



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Институт геологии  
Дагестанского научного центра

ISSN: 2541-9684

№ 2 (77), 2019  
Ежеквартальный  
научный журнал

"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ  
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"

Издается по решению Ученого совета Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи  
Института геологии ДНЦ РАН и массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор)  
Журнал выходит 4 раза в год. 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 ЮРГПУ (НПИ)  
д.г.-м.н., г.н.с., профессор ГИН РАН  
академик РАН, ОНЗ РАН  
д.г.-м.н., профессор ИГиГ НАН Азербайджана  
д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНЦ РАН,  
д.г.-м.н., профессор, ИГиИС НАН Армении  
министр природных ресурсов и экологии РД  
д.ф.-м.н., Чеченской академии наук  
член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН  
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ  
академик РАН  
академик РАН, ГИН РАН  
д.т.н., д.э.н., профессор  
член-корреспондент НАН Азербайджана

**Редакционная коллегия:**

д.г.-м.н., г.н.с.

к.т.н., с.н.с.

д.т.н., г.н.с.

к.ф.-м.н., с.н.с.

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.ф.-м.н., профессор

к.г.-м.н. с.н.с.

д.г.-м.н., г.н.с.

д.б.н., г.н.с., профессор

к.ф.-м.н.

д.ф.-м.н., в.н.с.

к.г.н., с.н.с.

д.ф.-м.н., профессор

к.г.-м.н., с.н.с., (технический редактор)

д.г.-м.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н., с.н.с.

к.ф.-м.н.

к.г.-м.н.

д.т.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н.

к.ф.-м.н., доцент

н.с., (ответственный секретарь)

м.н.с., (составитель)

Алхасов А.Б.

Асхабов А.М.

Богуш И.А.

Гаврилов Ю.О.

Глико А.О.

Гусейнов Д.Д.

Заалишвили В.Б.

Каратетян Д.К.

Карачаев Н.А.

Керимов И.А.

Морозов Ю.А.

Рабаданов М.Х.

Рундквист Д.В.

Федонкин М.А.

Чагучиев М. Ч.

Алиева Э.Г-М

Черкашин В.И.

(главный редактор)

Мамаев С.А.

(зам. главного редактора)

Абдуллаев Ш.-С.О.

Алиев И.А.

Ахмедов Г.Я.

Ахмедов С.А.

Аишурбеков Н.А.

Газалиев И.М.

Гусейнов А.А.

Залибеков З.Г.

Ибаев Ж.Г.

Идармачев Ш.Г.

Идрисов И.А.

Курбанисмаилов В.С.

Магомедов Р.А.

Маммаев О.А.

Мацапулин В.У.

Таймазов Д.Г.

Темирбекова У.Т.

Тотурбиев Б.Д.

Юсупов А.Р.

Якубов А.З.

Гусейнова А.Ш.

Абдулмуталимова Т.О.

**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.igdncran.ru>, e-mail: [dangeogis@mail.ru](mailto: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 ДНЦ 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.igdncran.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МАССИВА ГОРЫ ШАХДАГ И НЕКОТОРЫЕ СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ВОПРОСЫ РУДОГЕНЕЗА <i>Гусейханов С.М.</i> .....	4
КВАРЦЕВАЯ ГАЛЬКА В СРЕДНЕМИОЦЕНОВЫХ (ЧОКРАК-КАРАГАНСКИХ) ПЕСЧАНИКАХ ДАГЕСТАНА В МЕЖДУРЕЧЬЕ ШУРА-ОЗЕНЬ, СУЛАК <i>Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И.</i> .....	15
СУБМЕРИДИОНАЛЬНАЯ, СТРЕССОВАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД ДАГЕСТАНА <i>Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И.</i> .....	23
О РЕЗУЛЬТАТАХ ПЕРЕОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ПО СКВАЖИНЕ 9-Т ЮЖНОМАНАССКОГО УЧАСТКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД <i>Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С., Сулейманов В.К., Мамаев А.С.</i> .....	30
НЕПТУНИЗМ-ПЛУТОНИЗМ <i>Мацапулин В.У.</i> .....	38
К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ НА ВОДОЗАБОРАХ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ МЕНЕЕ 100 м <sup>3</sup> /сут. <i>Сулейманов В.К.</i> .....	45
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОДОНОСНЫХ ПЕСКОВ <i>Кондаков В.М., Кондакова Н.В.</i> .....	50
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ВОД ДАГЕСТАНА <i>Абдулганиева Т.И., Самедов Ш.Г., Мамаев С.А., Курбанисмаилова А.С.</i> .....	55
К ПОИСКУ СЛЕДОВ ПАЛЕОСЕЙСМОСОБЫТИЙ В МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОМ КОМПЛЕКСЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Магомедов Р.А.</i> .....	60
РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «СОЗДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА – ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН» <i>Чотчаев Х.О., Мельков Д.А., Кануков А.С., Дзеранов Б.В.</i> .....	69
О СУТОЧНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ СЛАБЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Таймазов Д.Г., Магомед-Касум М.Г., Шарпудинов Т.И., Султанахмедов М.С.</i> .....	86
ПРОЯВЛЕНИЕ ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ НА СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ДАГЕСТАНА В НАЧАЛЕ 2019 г. <i>Алиев И.А., Магомедов А.Г., Алибеков М.С.</i> .....	95
О ЗНАЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЧВ ДАГЕСТАНА В РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ <i>Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Мирзоев Э. М-Р., Биарсланов А.Б.</i> .....	101

УДК 552.02

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-4-14

## ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МАССИВА ГОРЫ ШАХДАГ И НЕКОТОРЫЕ СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ВОПРОСЫ РУДОГЕНЕЗА

*Гусейханов С.М.**Институт геологии ДНЦ РАН*

Предлагается модель накопления терригенных комплексов в окраинном море (геосинклинальном прогибе), а карбонатных комплексов во внутриматериковых морях, возникших в окраинном море (геосинклинальном прогибе) в результате инверсии вдоль его осевой части. Инверсия была обусловлено выжатием этой части кверху при сдавливании геосинклинального прогиба тангенциально сжимающимися, обусловленные проходящими в области Малого Кавказа субдукционными процессами, что привело разделению окраинного моря на северный и южный внутриконтинентальные моря. Доказано, складкообразование в карбонатных комплексах Юго-Восточного Кавказа, как и в терригенных отложениях юрского возраста сопровождалось продуктивным этапом гидротермальной природы рудогенеза. Выдвинуто предположение о возможной золотоносности части затронутых гидротермальными процессами карбонатных комплексов Шахдага.

*Ключевые слова:* терригенные и карбонатные осадочные комплексы, субдукция, коллизия, складкообразование, взбросо-складка, сдавливание, прогибание, выжатие, складчато-блоковое строение, складчато-надвиговое строение, окраинное море, внутриконтинентальное море, рудогенез, гидротермальные процессы рудообразования, золотоносность.

## GEODYNAMIC MODEL OF THE FORMATION OF THE MASSIF OF THE MOUNTAINS SHANDAG AND SOME RELATED PROBLEMS OF RUDOGENESIS

*Guseykhanov S.M.**Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

A model of accumulation of terrigenous complexes in the marginal sea (geosynclinal trough) and carbonate complexes in the inland seas that originated in the marginal sea (geosynclinal trough) as a result of inversion along its axial part is proposed. The inversion was caused by the compression of this part upwards while the geosynclinal trough was compressed tangentially compressing due to subduction processes in the Lesser Caucasus, which led to the separation of the marginal sea into the northern and southern inland seas. It was proved that the folding in the carbonate complexes of the South-Eastern Caucasus, as well as in the terrigenous sediments of the Jurassic age, was accompanied by a productive stage of the hydrothermal nature of ore genesis. It has been suggested that some of the carbonate complexes of Shahdag affected by hydrothermal processes could be gold-bearing.

*Keywords:* terrigenous and carbonate sedimentary complexes, subduction, collision, fold formation, reverse fold, compression, deflection, squeezing, fold-block structure, fold-thrust structure, marginal sea, inland sea, ore genesis, hydrothermal ore formation, gold-bearing.

Массив горы Шахдаг в структурном сооружении Восточного Кавказа располагается между Судурской с севера и Дибрарской с юга структурно-формационными зонами, которые отличаются друг от друга характером складчатости и историей геологического развития.

На территории Республики Дагестан располагается лишь небольшая узкая северо-восточная часть массива горы Шахдаг между Каладжухским перевалом и горой Ерыдаг, а также его северо-западная оконечность от горы Ерыдаг до горы Сельды и на всем этом протяжении проходит вертикальная стенка, которая на отдельных участках имеет высоту до 1,3 км. Преодолеть эту стенку без специальной альпинистской подготовки не представляется возможным. От горы Сельды по левобережью верховья реки Шахнабад на территории Азербайджана в юго-западном боку массива горы Шахдаг также проходит крутая стена. Река Шахнабад северо-западнее сел. Лацар на территории Азербайджана резко разворачивается к северо-востоку и полностью прорезывает карбонатные комплексы Восточного Кавказа на два горных массива, с левой стороны которой располагается массив горы Шахдаг. Изучение геологического строения массива горы Шахдаг с северо-восточной стороны на территории Республики Дагестан без

специальной альпинисткой подготовки не представляется возможным. На территории Дагестана массив горы Шахдаг с севера ограничивается Каладжухским перевалом, севернее которого располагается Судурская зона. Шахдагский массив с Дибрарским прогибом с юга ограничивается выходами карбонатных комплексов по левобережью реки Шахнабад до ее разворота к северу. По схеме тектонического районирования Шахдагский горный массив отнесен к так называемой Шахдагской падающей на юго-восток под углами  $3-7^{\circ}$  местами осложненной срывами и мелкими (20-40 м) коробчатыми складками моноклинали [7].

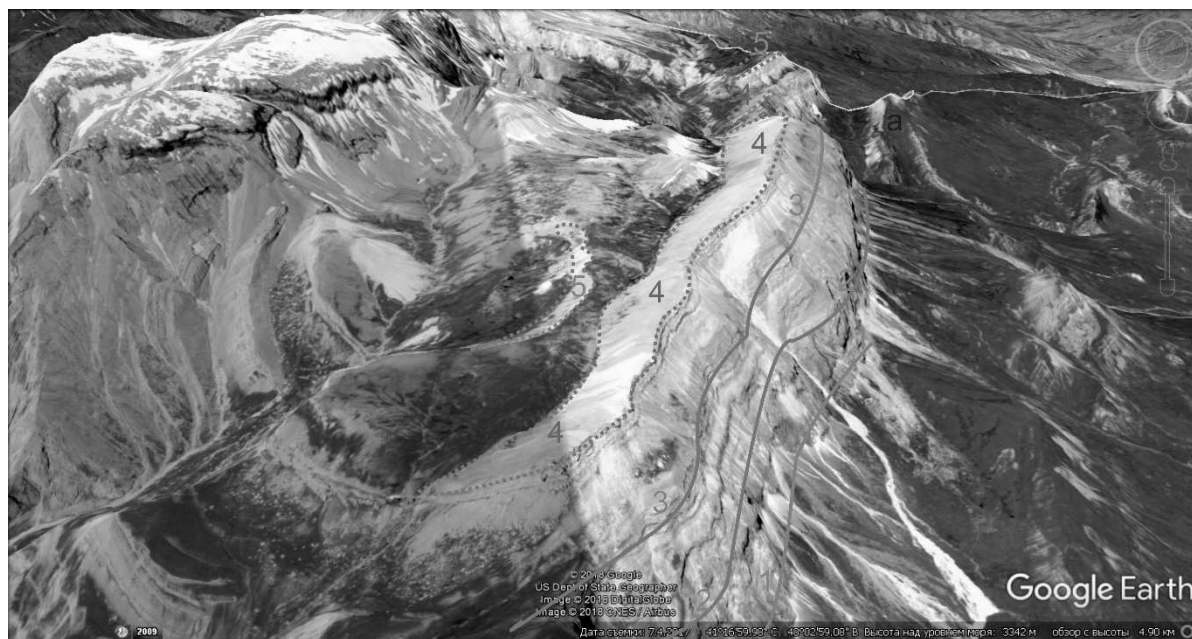
Представление о таком простом моноклиналином строении горы Шахдаг сложилось из-за того, что вертикальная стена между горой Ерыдаг и Каладжухским перевалом на территории Дагестана на всем протяжении проходит по северо-восточному крылу синклинали. В связи с этим обнажающиеся по этой стене карбонатные комплексы естественно параллельно лежат друг на друге, а выше верхней кромки этой стены не доступны для визуальных наблюдений. Изучение геологического строения массива горы Шахдаг выше верхней кромки стены по его северному боку в связи с его недоступностью без альпинистской подготовки и отсутствия обзора не представляется возможным. Дистанционное изучение геологического строения массива горы Шахдаг с территории Дагестана выше кромки вертикальной стенки и лишь в его северной части частично возможно только с горы Шалбуздаг с высот свыше 3500-4000 метров, откуда видно, что массив горы Шахдаг имеет весьма сложное геологическое строение. Это также четко подтверждается при дешифрировании космоснимков Google Earth.

Изучение структурных соотношений слагающих массив горы Шахдаг карбонатных комплексов и подстилающих юрских терригенных отложений на территории Дагестана на всем протяжении их развития в связи с перекрытостью их контакта мощным чехлом четвертичных отложений не представляется возможным. Лишь в так называемой Каладжухской седловине (перевале) и в основании горы Сельды этот контакт на больших высотах на отдельных участках доступен как для дистанционного, так и непосредственного изучения.

Геологическое строение юго-восточной части Восточного Кавказа, соотношения структурно-формационных зон друг к другу, соотношения между терригенными отложениями средней юры и карбонатными комплексами верхней юры массива горы Шахдаг, его геологическое строение четко дешифровываются по космоснимкам Шахдага, бассейнов рек Таирджал и верховьев Шахнабад по выходам аташкаинских песчаников. Эти песчаники без разрыва сплошности через серии складок переходят из Судурской структурно-формационной зоны в Шахдагский массив и из него в среднеюрского возраста терригенные отложения Дибрарской структурно-формационной зоны.

Карбонатные комплексы массива горы Шахдаг образуют пакет из 4-5 тектонических, разделенных один от другого послойными разрывными нарушениями пластин, которые смяты в два разделенные антиклинально синклинали (северный и южный). К сводовой части этой антиклинали приурочены в плане расположенные на одной прямой вершины гор Ерыдаг, Ярудаг и Шахдаг. К северо-западу от массива горы Шахдаг в подстилающих карбонатные комплексы терригенных отложениях эта антиклиналь не развита. Она также не развита в подстилающих карбонатные комплексы Шахдага терригенных комплексах юры по юго-восточной оконечности Шахдага в бассейне реки Шахнабад, где она врезана в последние. По юго-восточной оконечности массива горы Шахдаг четко дешифровывается, что смятые в складки карбонатные отложения Шахдага снизу ограничивается симметричного строения чашеобразной синклиналию в подстилающих терригенных отложениях юрского возраста и их контакт тектонический, послойный. Вдоль осевой части северной синклинали Шахдагского массива по космоснимкам по серовато-синему цвету картируются апт-альбского ярусов нижнего мела отложения, которые подстилаются известняками баррем-титонского ярусов известняками. Они с южной стороны по веерно-чешуйчатым падающим на юг разрывам надвинуты на апт-альбские отложения, которые северо-западнее истока реки Тагирджал эродированы. «Корневая часть веера» по се-

веро-западному окончанию массива горы Шахдаг проходит несколько южнее горы Ерыдаг и здесь на более низких гипсометрических уровнях наблюдается упрощение складчатости, менее сжатость складок. Этим объясняется отмеченное при геолого-съёмочных работах отсутствие баррем-титонского яруса известняков в южном боку Ерыдаг и показывает на вертикальную зональность складчатости, на её транспрессионный характер. Самое нижнее послынное разрывное нарушение в основании горы Шахдаг приурочено к нижнему контакту верхнеюрского возраста оксфорд-кимериджского яруса отложений между Каладжухским перевалом и горой Ерыдаг. Южнее горы Ерыдаг оксфорд-кимериджские отложения массива горы Сельды с размывом, но согласно налегают на подстилающих терригенных отложениях юры. Все это указывает на то, что при формировании складчатости в карбонатных комплексах горы Шахдаг послынный срыв между ними и подстилающими их терригенными отложениями явился той границей, ниже которой складчатость сформировалась без образования дополнительных складок, а выше - с образованием дополнительной складчатости и выжатием центральной части карбонатных комплексов кверху. Это привело к формированию вдоль ядерной части синклинали антиклинали. Южное крыло этой антиклинали к концу складкообразования скачкообразно надвигалось к северо-востоку, образуя веерно-чешуйчатого облика серии взбросо-складок. Об этом свидетельствуют хорошо дешифрируемые по космоснимкам морфологические особенности складок в карбонатных комплексах юго-восточнее верховья реки Тагирджал (опрокинутость складок к северу, северная вергенция пород).

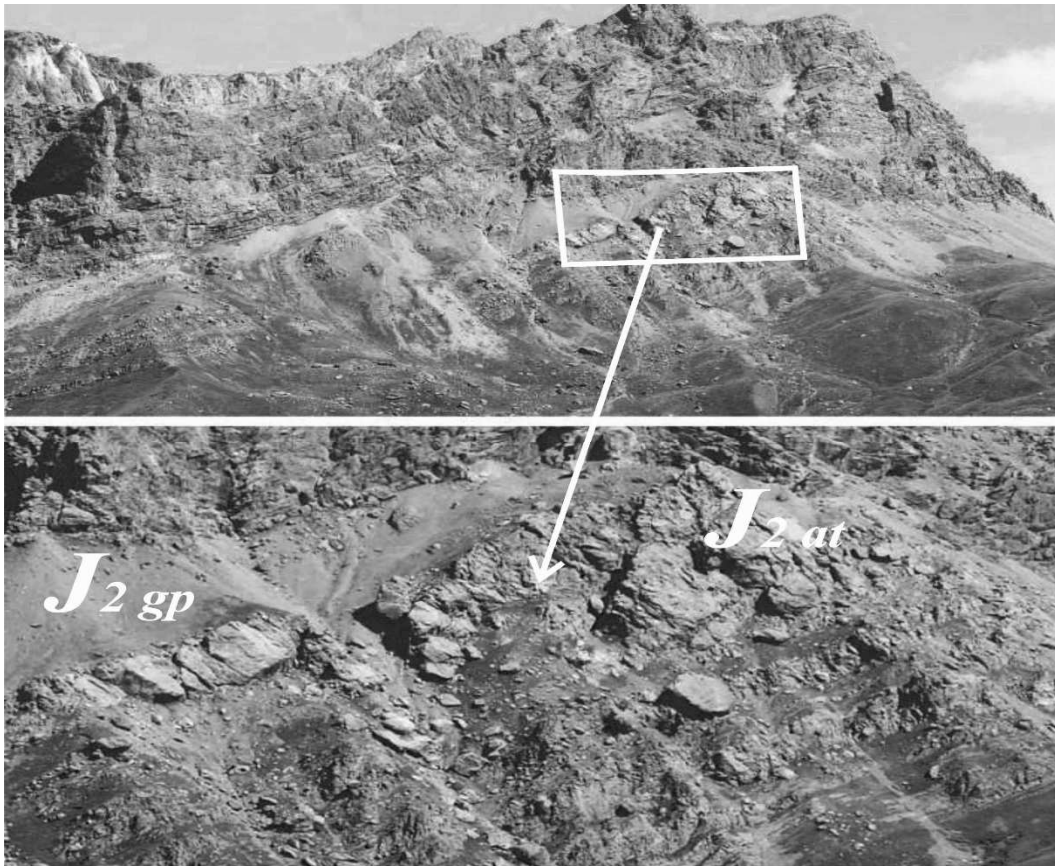


а)

**Рис. 1. а) Послойные смещения в карбонатных комплексах массива горы Шахдаг в северо-восточном боку: 1,2,3-проекция поверхностей послынных смещений на северо-восточную стенку массива горы; 4, 5-платообразные участки по плоскостям послынных смещений в северо-восточной части горы Шахдаг. Желтая линия – граница РФ и РА.**

Вдоль всех послынных разрывных нарушений наблюдается интенсивное ожелезнение, которое также четко дешифровывается по космоснимкам как по территории Дагестана, так и Азербайджана по красному цвету. Это явление хорошо откартировано по всей территории Дагестана. В коренном залегании зоны ожелезнения часто совпадают с зонами развития конгломерато-брекчий и эти зоны целенаправленно на какой-либо тип оруденения не изучались, связывая ожелезнение с аридным климатом при осадконакоплении.

До 1966 года считалось, что верхнеюрские карбонатные комплексы Шахдага подстилаются глинистыми отложениями ааленского яруса. Однако «Наличие на склонах Шахдага нижней части байосского яруса (аташкаинских песчаников) позволяет отнести вышележащую, подстилающую отложения верхней юры аргиллитовую толщу в основании Шахдагского горного массива к байосскому ярусу, а не к ааленскому, как считалось раньше. По видимому, к байосскому ярусу следует относить и верхи среднеюрского разреза в северо-западной части Судурской ступени по реке Тагирджал» [1]. Элементы такого же строения наблюдается и по северо-западной оконечности массива горы Шахдаг на территории Дагестана под горой Сельды (рис. 2).



**Рис. 2.** (фотография заимствована из статьи Ю. О. Гаврилова в журнале «ЛИТОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ», 2018, № 6, с. 513 [2]). Согласно прилеганию карбонатных комплексов верхнеюрского возраста к терригенным отложениям средней юры в северо-западной оконечности массива горы Шахдаг в основании горы Сельды.  $J_2\text{gp}$  - и  $J_2\text{at}$  - предполагаемые аналоги гепцайской свиты и аташкаинских (гепцайских) песчаников.

Здесь «во врезе-окошке» в четвертичных отложениях ниже нижнего контакта верхнеюрских коралловых фаунистически охарактеризованных известняков оксфорд-кимериджского яруса, которые согласно но с размывом налегают на терригенных отложениях юрского возраста, четко картируются аналогичные аташкаинским песчаникам вдоль северного склона горы Базардюзи песчаники, которые здесь также согласно, как по реке Тагирджал и в массиве горы Базардюзи перекрыты глинистой толщей. Гавриловым Ю.О. подстилающую карбонатные комплексы Шахдага в его северо-западной части терригенную толщу отнесен к олистостромовой толще [2]. Однако хорошая сохранность слоистости в этой толще, аналогичное в остальных частях региона соотношения между аташкаинскими песчаниками и гепцайской свитой, отсутствие признаков переотложения в виде хаотически распределенных по разрезу олистолитов позволяют говорить об отсутствии олистостромообразования перед накоплением карбонатных

комплексов массива горы Шахдаг, обнаженные здесь песчаники являются аналогами аташкаинских (гепшайских) песчаников и они вдоль северо-восточной части массива горы Шахдаг в его северо-западном боку из-за их перекрытости четвертичными отложениями не доступны для непосредственного изучения. Возможно из-за почти полного отсутствия их выходов на дневную поверхность в Дагестанской части Шахдага они как самостоятельные стратиграфические единицы не рассматривались.

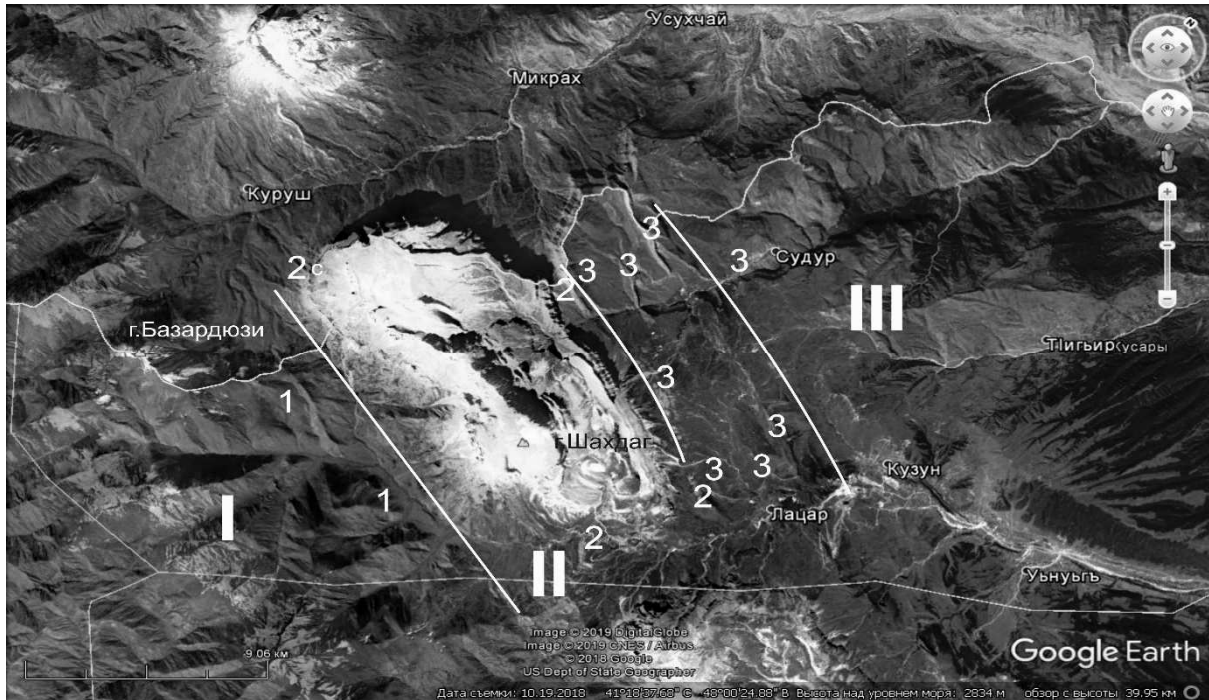
Аташкаинские (гепшайские) песчаники кроме склонов горы Шахдаг при геологосъемочных работах откартированы и в северном склоне массива горы Базардюзю. Они в основаниях массивов гор Сельды и Базардюзю падают в разные друг от друга стороны и если продолжить их по восстанию, они смыкаются над Курушским перевалом, показывает антиклинальное строение терригенных отложений юрского возраста между массивами гор Сельды и Базардюзю. В плане эта антиклиналь является продолжением антиклинория Бокового Кавказского Хребта, сводовая часть которой четко картируется южнее горы Шалбуздаг в верховьях реки Мукеркам.

Сводовая часть этого антиклинория, эродированная между горами Сельды и Базардюзю, располагалась выше уровня Курушского «Сельдинского» перевала. Песчаники в северном склоне горы Базардюзю вначале именовались гепшайскими, перекрывающая их глинистая толща - гепшайской свитой [11]. Позже песчаники были отнесены к аташкаинским [9] и они широко развиты в обоих бортах антиклинория Главного Кавказского Хребта от Филизчайского рудного поля до южных и северных склонов массива горы Шахдаг, в основаниях гор Шалбуздаг, Гестинкиль, Базардюзю (геологосъемочные работы) и как видно из рис. 3 и в Судурской структурно-формационной зоне. Переход аташкаинских (гепшайских) песчаников из Судурской структурно-формационной зоны в Шахдагский массив, из него через крупную антиклиналь в структурное сооружение горы Базардюзю без нарушения их целостности доказывает не складчато-глыбовое (складчато-блоковое) [5] а складчато-надвиговое строение Восточного Кавказа. Как считают многие исследователи, это обусловлено порожденные проходящей в области Малого Кавказа субдукцией сдавливающими, тангенциально сжимающими, усилиями.

Нижняя синклираль в терригенных отложениях юрского возраста под пакетом синклиналей в карбонатных комплексах горы Шахдаг к Судурской структурно-формационной зоне примыкается через резко опрокинутую к северу антиклинальную складку. Это четко дешифровывается по территории Азербайджана по аташкаинским, согласно перекрытыми глинистой (на территории Дагестана называемой гепшайской свитой) толщей байосского яруса песчаникам между этими зонами (рис.3) в бассейнах рек Тагирджал и Шахнабад.

Северо-восточную границу Судурской структурно-формационной зоны на меридиане горы Шахдаг, судя по дислоцированности терригенных комплексов юрского возраста, следует провести в 1,5 км юго-восточнее горы Острой, северо-восточнее которой аташкаинские песчаники, как четко дешифровывается по космоснимкам на территории Азербайджана, почти не дислоцированы. Как видно по крутой вертикальной стенке вдоль границы Дагестана и Азербайджана, проходящей по северо-западной части Судурской структурно-формационной зоны, эта зона двухярусного строения и в каждом из ярусов складчатость проявлена по разному. В нижнем структурном ярусе терригенные отложения юры смяты в резко опрокинутые к северо-востоку антиклинали (два вдоль зон сочленения с Шахдагской с юга и вдоль северной границы зоны Судурской структурно-формационной зоны) и такой же антиклинали между ними. Эти складки по космоснимкам на территории Азербайджана с большой детальностью дешифровываются по аташкаинским песчаникам в бассейнах рек Тагирджал и Шахнабад (рис.3). Между ними развиты коробчатые синклинали. На территории Дагестана нижний структурный этаж большей частью из-за перекрытости четвертичными отложениями не доступна для изучения, но отдельные элементы характерных для Судурской структурно-формационной зоны складок на территории Азербайджана антиклиналь на территории Дагестана картируется в 4,8 км от горы Гестинкиль по азимуту 243<sup>0</sup>.





**Рис. 3. Геологическое строение зон сочленений Судурской, Шахдагской и Дибрарской структурно-формационных зон. (Фото заимствовано из сайта Google Earth).**

**Структурно-формационные зоны: I-Дибрарская; II-Шахдагская; III-Судурская. Выходы атакманских песчаников на дневную поверхность в: 1- Дибрарской, 2 – Шахдагской по северо-западному окончанию массива горы Шахдаг в основании горы Сельды (рис.2), 3- Судурской структурно-формационных зонах. Желтая линия – граница РД и РА.**

На нижний структурный этаж Судурской структурно-формационной зоны на территории Дагестана по данным геолого-съёмочных работ положо но с размывом налегают карбонатные комплексы титон-валанжинских ярусов, которые к юго-востоку на территории Азербайджана полностью размыты. В их основании на территории Дагестана откартированы конгломераты мощностью 4,5 м.

Карбонатные комплексы горы Шахдаг с южной стороны согласно, но с размывом налегают на терригенных отложениях юры в присводовой части в северного крыла крупной антиклинали.

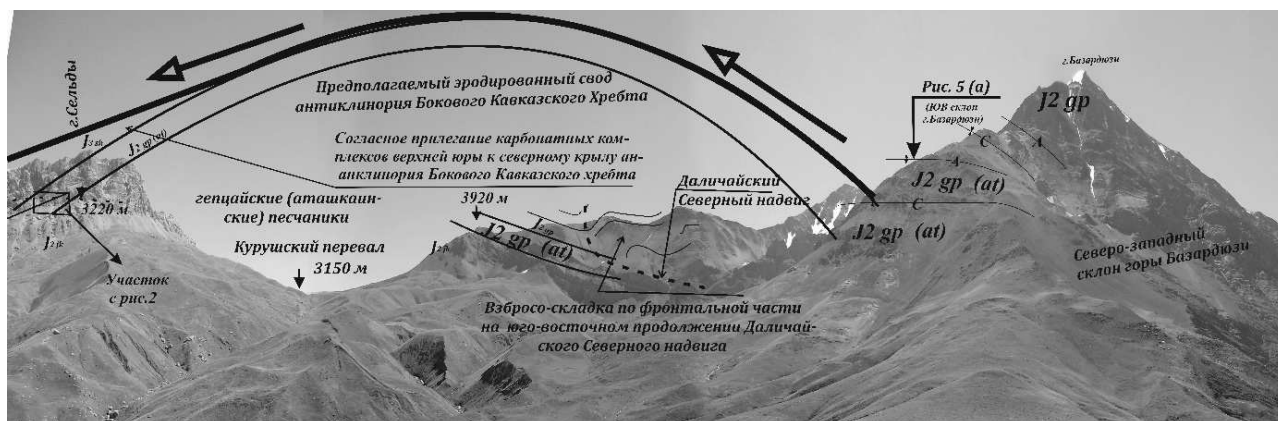
Характерной морфологической особенностью складок карбонатных комплексов массива горы Шахдаг является крутые углы падения южных и пологие углы падения северных крыльев синклиналей, т.е. опрокинутость складок к северу, что показывает на вергенцию пород, как и по всей юго-восточной части Горного Дагестана, в северном направлении. Поверхности по-слойных перемещений в северо-восточном боку Шахдагского массива четко выделяются хорошо отпрепарированными ровными платообразными уступообразно расположенными друг над другом слабо наклоненными к юго-западу площадками, которые выделяются своим красным цветом. В огра-ничивающим массив горы Шахдага с северо-востока вертикальном обрыве такие разрывы на общем фоне выделяются сильным ожелезнением, красным цветом вдоль них и развитием вдоль таких разрывов конгломерато-брекчий. Полевыми работами 2018 года было выявлено, что по одному из таких разрывов (разрыв по контакту оксфорд-кимериджских и титонских известняков) по вертикальной стене вдоль северо-восточного бока массива горы Шахдаг наблюдались обильные водопритоки на всем протяжении от Каладжухского перевала до горы Сельды. Это дополнительно подтверждает наличие крупных послойных срывов в карбонатных комплексах массив горы Шахдаг, по которым происходит разгрузка подземных

вод. Учитывая факт миграции подземных вод вверх по северному крылу синклинали в обратную сторону от падения плоскости послынного смещения, можно с уверенностью говорить о напорном характере этих вод, т.е. о наличии в массиве горы Шахдаг артезианского бассейна, который возможно имеющий сезонный характер и который в основном питается тающими снегами.

Самый нижний разрыв приурочен к контакту карбонатных комплексов горы Шахдаг с подстилающими их терригенными отложениями юры. Такая же пликативно-разрывная тектоника характерна и для терригенных отложений ниже-среднеюрского возраста северо-западнее массива горы Шахдаг.

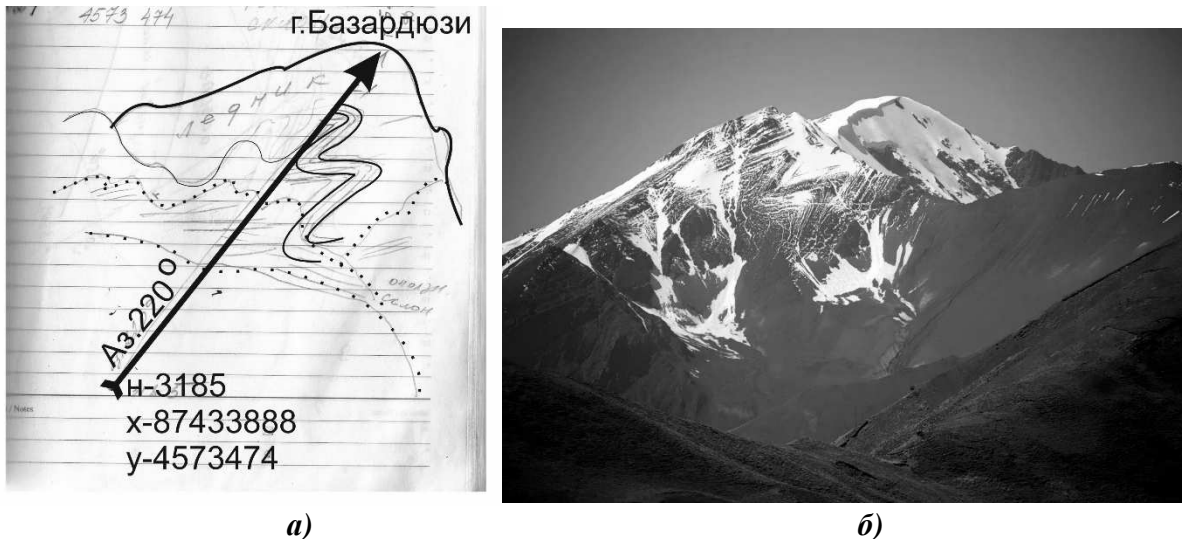
Геологическое строение подстилающих карбонатные комплексы массива горы Шахдаг терригенных отложений средней, верхней юры довольно четко дешифровывается по космоснимкам в окрестностях селения Лацар на территории Республики Азербайджан в левом борту реки Шахнабад.

По северо-западному окончанию массива горы Шахдаг в районе Курушского (Сельдинского) перевала между горными массивами гор Сельды и Базардюзи четко устанавливается, что карбонатные комплексы массива горы Шахдаг, развиты в северном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта ниже его сводовой части (рис. 4).



**Рис. 4. Согласно через разрыв прилегание карбонатных комплексов верхней юры к северному крылу антиклинория Бокового Кавказского Хребта. Выходы аташкаинских песчаников на высоте 3920 м находится в 4,8 км к ЮВ в южном крыле антиклинали от их же выходов в основании горы Сельды на высоте 3220 м по азимуту 152°. Стрелками указано предполагаемое направление смещения гепцайской (глинистой) свиты к северу по всяческому контакту аташкаинских (гепцайских) песчаников.**

Вдоль Курушского перевала к юго-востоку сводовая часть этого антиклинория эродирована, но она четко «восстанавливается» по падающим в разные стороны песчаникам в основании гор Сельды и Базардюзи. Сводовая часть этого антиклинория, как выше было изложено, Бокового Кавказского Хребта, восстановленная по падающим к югу песчаникам на северном склоне горы Базардюзи и аналогичными им падающим северу в основании к горы Сельды гипсометрически располагается выше карбонатных комплексов массива горы Сельды. Южное крыло антиклинория к юго-востоку и к северо-западу имеет моноклиналиное с южным падением пород строение, но осложнено взбросо-складкой, которая в целом имеет сигмоидальную состоящую из 4-5 мелких синклиналей форму, в которых целостность слоев при переходе от одной синклинали к другой сохранена (рис. 5).



**Рис. 5. Складчатые осложнения в южном крыле антиклинория Бокового Кавказского Хребта. а) - в северном боку массива горы Базардюзю. Зарисовка автора с точки наблюдения под горой Сельды с указанными на зарисовке координатами; б) - та же зона в 1.8 км по азимуту  $138^{\circ}$  от зоны а). (Фото заимствовано из сайта: <https://yandex.ru/images/search>).**

Верхний уровень развития этих синклиналей – около 4200 метров, т.е. они на уровне карбонатных комплексов массива горы Шахдаг. Это указывает на неодноактное формирование взбросо-складки. Эта взбросо-складка гипсометрически находится на уровне карбонатных комплексов горы Шахдаг. Следует отметить совпадение количество мелких складок во взбросо-складке с количеством послонных срывов в карбонатных комплексах Шахдага. Зоны складчатых осложнений в южном крыле антиклинория Бокового Кавказского хребта на меридиане горы Базардюзю (взбросо-складка) к северо-западу путем возрастания степени их сжатия и масштабности переходят в антиклинорий Главного Кавказского хребта. Поэтому с большой вероятностью можно подтвердить что складчатость в карбонатных комплексах массива горы Шахдаг обусловлена их сдавливанием сжимающими усилиями, обусловленными образующими при образовании зон складчатых осложнений при формировании антиклинория Главного Кавказского Хребта.

Такой механизм формирования складчатости, рудолокализирующих структур в терригенных отложениях юры как месторождения Кизил-Дере, так и его рудного поля автором рассматривался еще в 1984 году. Однако в тот период не была ясна природа сдавливающих усилий [4]. В настоящее время эти усилия автором связывают с коллизионными явлениями при субдукции Аравийской плиты под Скифскую, приведшие к формированию структурного сооружения Большого Кавказа, как считают многие исследователи.

Согласное параллельное прилегание верхнеюрских оксфорд-кимериджских рифовых карбонатных комплексов массива горы Шахдаг к терригенным отложениям юрского возраста в северном крыле антиклинория Бокового Кавказского Хребта, их клиновидная форма в примыкающей к терригенным отложениям части позволяют выдвинуть идею о формировании карбонатных комплексов в мелководной среде, которые возникли в окраинном море во внутриматериковых морях. Формирование внутриматериковых морей связано с разделением окраинного моря выталкиванием кверху центральной части окраинного моря. Такой механизм формирования мелководных внутриматериковых морей не противоречит предложенной А. М. Никишиным и В. А. Лаврищевым геодинамической модели формирования орогена Большого Кавказа. По их мнению в неогене в условиях сильного сжатия ороген Большого Кавказа сплющивался, его южный край надвигался на юг, а центральная и северная части выталкивались вверх [6]. Поэтому южный надвинутый на юг край орогена Большого Кавказа следует считать

Главным Кавказским Надвигом, который по сути является альпинотипной субдукцией. Антиклинорий Главного Кавказского хребта в системе Большого Кавказа, судя по морфологическим особенностям в нем складчатости, возникла в северном боку альпинотипной субдукции.

Внутриконтинентальные моря в полихронном режиме возникли по обе стороны от выжимающейся кверху части орогена Большого Кавказа вдоль северного бока в результате прогибания примыкающих к этой части орогена и с южной стороны (Курунская впадина) в результате продолжавшегося прогибания южной части геосинклинального прогибания.

Процесс формирования внутриконтинентальных морей на Восточном Кавказе также происходило в полихронном режиме с северо-запада к юго-востоку, (на что указывает омоложение разреза Восточного Кавказа в этом направлении) и трансгрессии их к северо-востоку. Их трансгрессия была обусловлена продолжавшимся выжатием центральной части приведший к углублению внутриконтинентальных морей в результате сжатия их прогибов и выходу их южных бортов из под воды и прогибанию их северных бортов. Сжатие спровоцировало миграцию береговых линий внутриконтинентальных морей во времени, которая довольно четко дешифровывается по конгломератовым находкам. Миграция береговых линий внутриконтинентальных морей, их палереконструкция в данной статье не рассматривается. Отметим лишь то, прогиб оксфорд-кимериджского внутриконтинентального моря с севера ограничивался уже сформированной Судурской структурно-формационной зоной, с юга - северным крылом антиклинория Бокового Кавказского Хребта, с северо-запада - несколько южнее и северо-западнее массива горы Шалбуздаг. Вывод о северо-западной границе оксфорд-кимериджского бассейна сделан на основании того, что титонские карбонатные комплексы гор Шалбуздага и Гестинкиль состоят из обломков оксфорд-кимериджских рифовых известняков. Это доказывается и согласным, но с размывом налеганием на складчатые структуры в терригенных отложениях этой зоны карбонатных комплексов титонско-барремских ярусов, в основании которых в окрестностях селения Кара-Кюре, в основаниях гор Шалбуздаг, Гестинкиль откартированы конгломератовые слои.

Съёмочными работами за Каладжухским перевалом к северу в Судурской зоне оксфорд-кимериджские известняки не зафиксированы. В северо-западной части массива горы Шахдаг оксфорд-кимериджские коралловые известняки в массиве горы Сельды клиновидной обращенной к югу форме. В их основании здесь при геологической съёмке [10] зафиксированы гальки подстилающих терригенных отложений, что показывает на миграцию береговой линии и далеким переносом терригенного материала.

Элементы южной береговой линия оксфорд-кимериджского моря вдоль северного склона Бокового Кавказского хребта к настоящему времени не сохранились и эта часть от Курушского (Сельдинского) перевала до разворота к северу занят бассейном реки Шахнабад.

«В районах сланцевого Дагестана, за исключением разреза по реке Чирах-чай, так же в пределах антиклинальных зон Третичного Дагестана, (по данным бурения) оксфордские отложения полностью отсутствуют. По р. Чирахчай к оксфорду относится 30-метровая пачка известняков и доломитов с кремнями» [3]. Это позволяет говорить о формировании внутриконтинентальных морей в результате прогибания находящейся уже выше уровня моря региона вдоль северного края выжимающейся центральной части орогена (будущего Большого Кавказа) и о постепенном перемещении южных берегов внутриконтинентальных морей к северу. Это было обусловлено опережением вертикальных движений вдоль северного края выжимающейся части.

К настоящему времени имеющееся в Дагестане площадное послыжное ожелезнение вдоль контактов карбонатных комплексов и терригенных отложений одними исследователями связывают с аридным климатом при осадконакоплении, другими с поздним криптовулканизмом. Однако четкая её приуроченность к плоскостям послысных смещений массива горы Шахдаг, в Судурской структурно-формационной зоне и развитие вдоль таких разрывных нарушений

«конгломерато-брекчий», свидетельствуют о наложенности процесса ожелезнения на складчатость, или, по крайней мере, о её соскладчатости. Это показывает на «использование» зон послойных разрывов складкообразовательных процессов гидротермальными растворами как и при колчеданном оруденении для миграции гидротермальных растворов, об единности колчеданного рудообразования и «ожелезнения», которые происходили в полихронном режиме к юго-востоку. Формирование рудных объектов в поперечном направлении происходило скачкообразно с севера на юг, что было связано со стабилизацией напряженного состояния к северу при продольном сжатии и обусловленное этим перескоком складкообразования к югу.

Акцентирование внимания на это обусловлено с необходимостью оценки перспектив имеющихся в карбонатных комплексах Дагестана оруденения. С таковыми связаны крупные золоторудные объекты (месторождение Карлин). По данным пробирных анализов (Северная Осетия - Алания) [9] штучных образцов из основания известняков, к которым приурочена зона пиритизации «Ефремовская», содержания золота достигали 1,4-1,6 г/т.

Колчеданное оруденение в карбонатных комплексах верхней юры-мела в правом борту реки Каладжух (Судурская структурно-формационная зона) горы Шахдаг на территории Дагестана при геологической съемке листов было отмечено в 1964 году Пшеничным Л.В. и др. [11] в 1980 году К-38-96-Б, Г, К-38-108-Б], Паниевым Э.С. и др. [10] листов К-38-96-Б, К-38-96-Г, К-38-108-Б. В первом случае по таким жильного типа зонам были отобраны 2 бороздовые пробы, но содержания золота в них не определялись, во втором случае зафиксированной в карбонатных комплексах редкой сульфидной минерализации (галенит, сфалерит) по северо-западной оконечности массива горы Шахдаг при геологической съемке придали экзотический характер. Но как известно из мировой практики при охвате гидротермальными процессами карбонатных комплексов в последних формируются крупные золоторудные объекты (например месторождение Карлин в штате Невада в США) [7] с разведанными запасами золота 110 тн и которое карьерным способом разрабатывается с 1965 года. Поэтому необходимо оценить перспективы карбонатных комплексов массива горы Шахдаг в Дагестанской части как на золоторудные объекты. Для проверки ожидаемой золотоносности карбонатных комплексов массива горы Шахдаг необходимо провести опробование вдоль приконтактной части карбонатных и терригенных комплексов по северо-западной оконечности массива горы Шахдаг в основании горы Ерыдаг отобрать штучные образцы для определения в них содержания золота. Специализированными поисковыми работами к северо-западу от площади распространения карбонатных комплексов в непосредственной близости на площади сложенной терригенными отложениями ниже-среднеюрского возраста (Курушское рудное поле) по жилам в пликативно-разрывных нарушениях на их отдельных участках в бороздовых и керновых пробах по данным пробирных анализов отмечались резко повышенные, удовлетворяющие промышленным требованиям содержания золота. Отсутствие золота в жилонмещающей терригенной толще ни в одной пробе показывает на гидротермальную природу золотообразования, так и колчеданообразования.

## Литература

(опубликованная)

1. Вихерт А.В., Лебедева Н.Б., Башилов. В.И. Типы, история и механизм образования складчатости Юго-Восточного Кавказа. Недра, Москва, 1966г.
2. Гаврилов Ю.О. Архитектура южной краевой зоны верхнеюрско-валанджинской карбонатной платформы Северо-Восточного Кавказа (Дагестан, Шахдагский массив). Литология и полезные ископаемые, 2018, № 6, с. 507-520.
3. Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья (под редакцией И.О. Брода), вып. 1. Ленинград, 1958 г.
4. Гусейханов С.М. Структура рудного поля месторождения Кизил-Дере, механизм её формирования и условия локализации рудных тел. Труды ИГ Дагестанского филиала АН СССР, вып.29, Махачкала, 1984, с.30-39.

5. Магомедов Р.А., Мамаев С.А. Некоторые результаты исследований геотектонических условий и современной сейсмичности Восточного Кавказа. Геология и геофизика Юга России, с. 29-39.
6. Никишин А.М., Лаврищев В.А. Динамика формирования кайнозойского орогена Большого Кавказа и сопряженных с ним краевых прогибов. В кн.: Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. М.: ГЕОС, 2005, с. 4-38.
7. Рудные месторождения США. МИР, Москва, 1973.
8. Энна Н.Л., Лаврищев В.А., Пруцкий Н.И. Тектоника и геодинамика Восточного Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН, вып.612, 2013 г, с.107-112.

(фондовая)

1. Давыдова.Э.И., Таратынко Е.С., Ольховский Г.П. и др. Геологический отчет «Поисковые работы на золото-серебряный и золото-сульфидный типы оруденения Горной Осетии (РСО-Алания), 2009 г.
2. Паниев Э.С., Кузубов П.П. и др. Геологическая карта Кавказа, масштаб 1:50 000. Листы К-38-96-Б, К-38-96-Г, К-38-108-Б. (Отчет Самурской геолого-съемочной партии по работам 1976-1979г.г. в Дагестанской АССР и Азербайджанской ССР).
3. Пшеничный Л.В. и др. Геологическая карта Кавказа масштаба 1: 50 000, листы К-38-96-Б,Г, К-38-108-Б (северная часть). Отчет Самурской и Курахской ГСП по работам 1963 г.

УДК 551.311.31 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-15-22

КВАРЦЕВАЯ ГАЛЬКА В СРЕДНЕМИОЦЕНОВЫХ (ЧОКРАК-КАРАГАНСКИХ)  
ПЕСЧАНИКАХ ДАГЕСТАНА В МЕЖДУРЕЧЬЕ ШУРА-ОЗЕНЬ, СУЛАК

*Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И.*

*Институт геологии ДНЦ РАН*

При проведении исследований различными авторами среднемиоценовых (чокрак-караган) песчаников на территории Дагестана установлено, что породы представлены тонкозернистым (до 1 мм) преимущественно кварцевым песком, редко маломощными прослоями крупнозернистого и еще реже гравелитами кварцевого состава и кварцевыми гальками. Опробованием установлены в единичных точках присутствие терригенного золота до 4 г/м<sup>3</sup>, непромышленные содержания (0,5-1%) титано-циркониевого сырья. Кварцевые гальки и шлиховое золото являются благоприятными признаками на поиски рудного и россыпного золота.

*Ключевые слова:* кварцевый песок, кварцевая галька, терригенное, рудное золото, чокрак, караган, поисковые признаки

QUARTZ PEBBLES IN THE MIOCENE (CHOKRAK-KARAGAN) SANDSTONES  
OF DAGESTAN BETWEEN THE SHURA-OZEN, SULAK

*Matsapulin V.U., Tulysheva E.V., Isakov S.I.*

*Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

In studies by various authors in middle Miocene (Chokrak-Karagan) sandstones on the territory of Dagestan is established that the rocks are fine-grained (to 1 mm) mostly quartz sand, and rare thin interbeds of coarse-grained and less gravelite quartz composition and quartz pebbles shingle. The presence of terrigenous gold up to 4 g/m<sup>3</sup>, mineralogical content (0.5-1%) of titanium-zirconium raw materials were established by testing in single points. Pebbles of quartz and placer gold are the auspicious signs on the search for ore and placer gold.

*Keywords:* quartz sand, quartz pebble, terrigenous, ore gold, Chokrak, Karagan, search features

Среднемиоценовые (караган-чокрак) породы в основном представлены песчано-глинистыми образованиями. Они прослеживаются по простиранию по всему Северному Кавказу. В сарматских (средний миоцен) песчаниках, аналогичных чокрак-караганским отложениям, на территории Ставрополя установлены промышленные месторождения титано-циркониевого сырья – Бешпагирские россыпи. На Восточном Кавказе непромышленные содержания титана и циркония установлены в среднемиоценовых отложениях чокрак-карагана. Пески этого возраста слабосцементированы и в большинстве случаев легко разрушаются вручную. Это обстоятельство, так же как и сарматские пески на Ставрополье, позволяет считать их рыхлыми отложениями, а при наличии достаточно количества полезных компонентов – промышленными россыпями, их можно обрабатывать как россыпи. Все это вместе взятое вызвало интерес геологов к этим отложениям – возможность установления древних, прибрежно-морских среднемиоценовых россыпей.

В Институте геологии Дагестанского научного центра РАН с 2003 по 2014 г.г. проводились работы по поискам подобных россыпей в Дагестане. Были установлены непромышленные содержания титано-циркониевого сырья (0,5-1%) и единичные знаки шлихового золота с содержанием до 4 г/т. Атомно-абсорбционным методом впервые на Восточном Кавказе установлено присутствие платины до 0,4 г/т в сарматских кварцевых песках южнее г. Дербента и до 1,42 г/т в известняково-доломитовой толще в долине р. Аварское Койсу [5]. Исследования благородных металлов в этом районе не завершены и необходимо продолжать, поскольку географическое положение и условия их обработки куда более привлекательны, чем коренные месторождения золота на Главном Кавказском хребте (месторождение Куруш).

Что же представляет собой среднемиоценовые чокрак-караганские толщи в Дагестане? По прослеженным разрезам в долинах рек Аксай, Ярык-су, Сала-су, Сулак, Шура-Озень, Манас, Избербаш, Инчхе-Озень пески составляют от 10-15 до 25-30 % по мощности, остальные породы – песчано-глинистые [6].

Результаты механического анализа песчаников и окатанности зерен кварца свидетельствуют о протяженности пути транспортировки обломочного материала. Главным источником энергии способствовавшей переносу продуктов механического разрушения горных пород к области седиментации, послужило перемещение водных масс. Об этом свидетельствует ровная, гладкая и блестящая поверхность зерен кварца и почти полное отсутствие зерен с матовой поверхностью (свидетельство эоловых процессов).

К кварцевым песчаникам чокрак-караганского отложения относятся породы, в которых содержание кварца достигает 70-90 %. Количество полевых шпатов и обломков кремнистых пород в них не превышает 10 %. На долю аксессуарных минералов и глауконита приходится 1-5 % [1].

Полевошпато-кварцевые породы караганских и чокракских отложений среднего миоцена представлены мелкозернистыми песчаниками и алевролитами. Содержание кварца в них колеблется от 60 до 70%. На долю полевых шпатов приходится 15-20%. Количество обломков кремнисто-глинистых пород не превышает 18 %.

По составу цемента отмечены песчаники с глинистым, глинисто-сланцевым, железистым и карбонатным цементом (кальцит, доломит, сидерит). В составе цемента присутствует глауконит, пирит. Очень редко отмечаются сильно сцементированные песчаники с кремнистым цементом.

Цементирующее вещество в песчаниках и алевролитах среднего миоцена, обычно заполняет поровые пространства, нередко встречается контактовый и базальный типы цемента.

В составе легкой фракции чокракских и караганских отложений выделены: кварц, полевой шпат, обломки кремнисто-глинистых пород и глауконит. Ниже приведена краткая характеристика перечисленных минералов [1].

Кварц – основной породообразующий минерал рассматриваемых отложений. Содержание его в отдельных образцах составляет 91 %, эта величина иногда снижается до 60%. В среднем содержание кварца составляет 80 %. Форма зерен неправильная, полуугловатая. Окатанные зерна отмечаются редко. Погасание прямое. Часть зерен с волнистым погасанием. Нередко встречаются зерна с включениями кристаллов рутила, турмалина. При карбонатном цементе зерна кварца корродированны.

Полевой шпат составляет от 2,5 до 25 %. Большое количество полевых шпатов пелитизировано. Довольно часто присутствуют зерна микроклина с решетчатой структурой, выявлено наличие ортоклаза, альбита и андезина.

Обломки кремнисто-глинистых пород встречаются в виде образований различной формы и величины, количество их в породе составляет 10-11 %.

Глауконит присутствует почти постоянно в образцах в виде округлых зерен темно-зеленого и зеленого цветов, в среднем на глауконит приходится 3-4 %.

В составе тяжелой фракции чокракских и караганских отложений присутствуют:

А) непрозрачные минералы: магнетит, ильменит, группа оксидов железа, пирит и нерудные непрозрачные минералы. Они являются существенной частью тяжелой фракции, составляя 60-70 % фракции.

Магнетит и ильменит являются самыми распространенными рудными минералами тяжелой фракции (5 до 41%). Ильменит преобладает над магнетитом.

Бурые железняки. Для них характерна округлая и хлопьевидная форма зерен. Нередко заметны переходы магнетита в бурый железняк.

Пирит встречается в виде зерен конкрециевидной формы.



Нерудные непрозрачные минералы составляют значительную часть тяжелой фракции (от 10 до 63 %). В их составе присутствует большое количество лейкоксена.

Глауконит отмечен во всех образцах. В составе тяжелой фракции содержание глауконита в среднем составляет 3-4 %. Основная масса минерала, по-видимому, является аутигенной, т.к. отмечается в составе цемента.

Б) Прозрачные минералы. К ним относятся: циркон, гранат, рутил, турмалин, слюда, минералы группы эпидота, ставролит, дистен, силлиманит, амфибол, пироксен, титанит и анатаз.

Циркон – является основной частью тяжелой фракции (0,5-17,5 %). Отмечается во всех образцах в виде бесцветных и розоватых крупных хорошо окатанных зерен. Во многих образцах наблюдались хорошо развитые призмы с выраженными гранями. В некоторых зернах циркона хорошо заметно зональное строение.

Гранат представлен тремя разновидностями, отличающихся друг от друга по цвету. Бесцветные зерна резко преобладают над розовыми и зелеными. Окатанные зерна встречаются весьма редко. Второе место после бесцветного граната занимают зерна розового граната – алмадина. Количество граната в отдельных образцах составляет 15,5 %.

Рутил является постоянным компонентом тяжелой фракции. По окраске отмечается разновидности. Наиболее распространены зерна красного и красновато-коричневого цветов. Редко встречаются разности янтарно-желтого цвета. Содержание минерала составляет 1-12 %.

Турмалин отмечен во всех образцах в виде обломков и хорошо развитых призм. Нередко встречаются хорошо окатанные зерна турмалина. Коричневые и грязно-бурые зерна турмалина преобразуются от зелено-бурого до желто-бурого цветов, присутствуют зерна синего и бесцветного турмалина, составляющие от 0,5 до 15 %.

Слюды. Все проанализированные образцы содержат значительное количество листочков бесцветной слюды. Редко отмечается бурая и зеленая слюда. Количество последней редко доходит до 3,5 %. Бурая слюда встречается еще реже.

Эпидот и цоизит отмечены не во всех образцах. Зерна эпидота имеют желтовато-зеленый цвет, а цоизит – серый. Содержание минералов этой группы не превышает 4 %.

Ставролит присутствует почти во всех образцах и играет существенную роль в составе тяжелой фракции. Зерна ставролита имеют желтую окраску различной интенсивности. Плеохроируют от светло-желтого до желтого цветов. Содержание минерала колеблется от 0 до 7,5 %.

Дистен, силлиманит, роговая обманка, глаукофан, титанит отмечены редко и не во всех образцах.

Пироксен. По внешнему виду он представлен зернами призматической формы, а так же обломками различной величины и формы. Нередко в зернах пироксена присутствуют выделения черного минерала, по-видимому, магнетита. Кроме описанных минералов в тяжелой фракции были отмечены единичные зерна корунда, красной шпинели и значительное количество карбонатов кальция и магния (до 34 %).

Мы привели кратко результаты минералогических исследований с целью показать разнообразный состав минералов чокрак-караганских отложений в отличии [2], который изучил только легкую фракцию и на основании этого делает выводы о происхождении песков, считая их аркозами, т.е. продуктами разрушения гранитных пород, что не совсем так, как свидетельствуют комплексные изучения данных тяжелой и легкой фракций.

Источниками россыпеобразования минералов (по Е. А. Андриановой ИГЕМ) предположительно являются:

- метаморфические породы различных фаций и генезиса, от слабосцементированных песчаников, гнейсов до чернокитодов и гранулитов, образовавшихся как по магматическим, так и по осадочным (песчаники) породам;

- магматические породы гранитоидного ряда различного возраста и степени удаленности и их апикальной части, а так же сопряженные с ними грейзены и пегматиты;

- магматические породы основного, ультраосновного ряда различного возраста и степени удаленности;  
 - породы экологитовой фации глубинности;  
 - кимберлиты;  
 - сформированные на основе всех вышеперечисленных типов промежуточные коллектора, так же различного возраста и степени удаленности [7].

По данным собственных исследований [3,7,8,10,11] появились новые материалы, свидетельствующие о возможности местного источника кварцевого материала – гальки, окварцованных песчаников, гальки из кварца со сростками с песчано-глинистым материалом.

В целом, пески представлены разностями зерен до 0,2-1 мм, отмечаются в незначительном количестве линзы, прослойки крупнозернистого кварца (1-2 мм), встречаются единичные находки валунов сложенных обломками кварца гравелитовых размеров и упомянутые выше гальки окварцованных и кварцевых пород [7].

При анализе на благородные металлы в ЦНИГРИ (г. Москва) установлено шлиховое золото слабой окатанности и невысокой пробности до 700-750. В заключение аналитиками сделан вывод о том, что это золото местного происхождения, что совпадает с нашей точкой зрения [8]. Нами установлены проявления гидротермально-эксплозивных образований (Истисув, Шура-Озень, Буйнакский перевал), состоящие из обломков кварца, сцементированных неоднородным глинисто-слюдисто-кремнистым цементом, часто ожелезненным и с примазками самородной серы [7]. Они могут быть источниками кварцевого материала. Сопоставляя окатанность песчаного материала и шлихового золота, можно видеть, что одноразмерные фракции кварца и золота различно окатаны. Золото окатано хуже кварца, твердость которого 7. Это можно объяснить местным подтоком тяжелой фракции в песчаную массу чокрак-карагана.

Для установления однородности или различия источников формирования кварца осадочных песчаников Г.Г. Леммлейн, В.С. Князев [4] выделили восемь типов обломочного кварца, отличающихся друг от друга по морфологическим признакам. К первому типу отнесены зерна кварца с многочисленными мельчайшими жидкими и газообразными включениями. Второй тип назван полупрозрачным и отличается от первого меньшим количеством включений. Третий тип трещиноватый, характеризуется наличием трещин. Зерна кварца водяно-прозрачные без включений относятся к четвертому типу. Пятый тип - опалесцирующий отличается от остальных голубоватым цветом, вызванным субмикроскопическими включениями. К шестому и седьмому типам относится кварц с игольчатыми и изометрическими включениями. И наконец, восьмой тип представлен регенерационными зернами кварца.

Исследованные толщи среднемиоценовых песчаников показали, что в них содержится кварц различных типов выделенных выше. Что подтверждает выводы о различных источниках формирования кварцевого песка. В таблицах 1-4 показано насколько различается кварц в песчаниках чокрака-карагана, отобранных в разных местах [1].

Таблица 1

**Процентное содержание различных типов обломочного кварца в песчано-алевритовых породах чокракско-спириалисовых слоев по р. Шура-Озень, около с. Капчугая**

№№ образцов	Непрозрачный кварц	Полупрозрачный кварц	Трещиноватый кварц	Кварц без включений	Опалесцирующий кварц	Кварц с игольчатыми включениями	Кварц с включениями	Регенерированный кварц
20		9,3	38,8	1,5	0,7	9,0	36,4	1,0
21	3,1-5,9	8,7	42,2	2,0	2,7	3,3	35,0	-
22	7,1	5,2	50,7	0,5	0,9	5,1	30,3	-
146	5,1	3,9	47,7	2,9	-	0,5	37,5	2,7
24	1,7	10,0	40,3	0,3	3,4	3,9	40,2	-
Средние значения	4,6	7,4	43,8	1,4	1,5	4,3	35,9	0,6

из 5 анализов								
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 2

**Процентное содержание различных типов обломочного кварца в песчано-алевритовых породах чокракских слоев по р.Шура-Озень, около с. Кумторкала**

№№ образцов	Непрозрачный кварц	Полупрозрачный кварц	Трециноватый кварц	Кварц без включений	Опалесцирующий кварц	Кварц с игольч. включениями	Кварц с включениями	Регенерированный кварц
54	2,3	7,0	45,5	0,7	3,2	5,1	34,8	1,2
56	1,4	15,5	37,9	-	-	4,4	40,2	0,3
62	0,5	4,2	51,4	2,1	2,2	-	39,3	-
62и	1,7	5,7	42,8	2,0	1,3	1,3	45,0	-
64	3,5	20,26,3	39,9	-	-	-	35,6	0,5
64а	1,7		40,7	1,5	1,1	3,1	46,3	-
Средние значения из 6 анализов	1,8	9,8	42,9	1,0	1,3	2,1	40,0	0,3

Таблица 3

**Процентное содержание различных типов обломочного кварца в гальках песчано-алевритовой пачки  $\Sigma_7$  чокракско-спиралисовых слоев по р. Сулак**

Микроскопическая характеристика	Непрозрачный кварц	Полупрозрачный кварц	Трециноватый кварц	Кварц без включений	Опалесцирующий кварц	Кварц с игольчатыми включениями	Кварц с включениями	Регенерированный кварц
Полупрозрачный	5,1	94,0	-	-	-	-	0,5	-
-	17,1	82,2	0,1	-	-	-	-	-
-	-	80,0	64,0	-	-	-	28,0	-
-	-	5,6	23,5	-	-	-	70,9	-
-	7,3	81,7	3,1	-	-	-	7,9	-
-	0,2	22,2	3,1	-	-	-	74,5	-
-	2,2	52,9	14,0	-	-	-	30,9	-
-	-	8,0	10,4	-	-	-	81,6	-
Непрозрачный	-	-	59,0	-	-	-	41,0	-
-	-	-	73,4	-	-	0,5	21,6	-
Полупрозрачный	-	8,0	11,2	-	-	0,2	80,6	-
-	-	-	2,0	80,3	-	-	15,0	-
Средние данные из 11 анализов	2,7	30,3	21,1	6,7	-	0,4	37,7	-

Таблица 4

**Характеристика кварцевых галек среднемиоценовых песчаников Дагестана**

Место отбора	Размеры (см)		Количество гальки	
	max	min	окатаны	не окатаны
Основание чокракского горизонта конгломераты	2	1,5	12	5
Песчаники свиты «В»	1,5	1,0	19	10

Подшва пласта песчаник, свита «В»	2-3	0,4-0,8	17	5
Подшва пласта песчаников, свита В»	2,0	0,5-1,5	14	16
Подшва песчаников свиты «В»	1,1-1,5	0,8-1,2	15	7

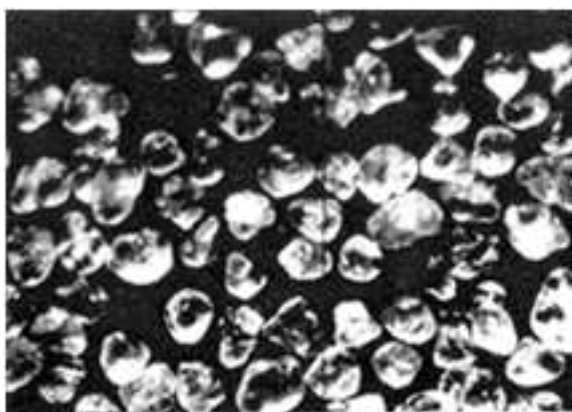
**Кварцевая галька и песок в песчаниках среднего миоцена Дагестана  
(Восточный Кавказ) представлены на рисунках 1-4 [1].**



Фракция 0,59 мм



Фракция 0,59-0,42 мм



Фракция 0,42-0,297 мм

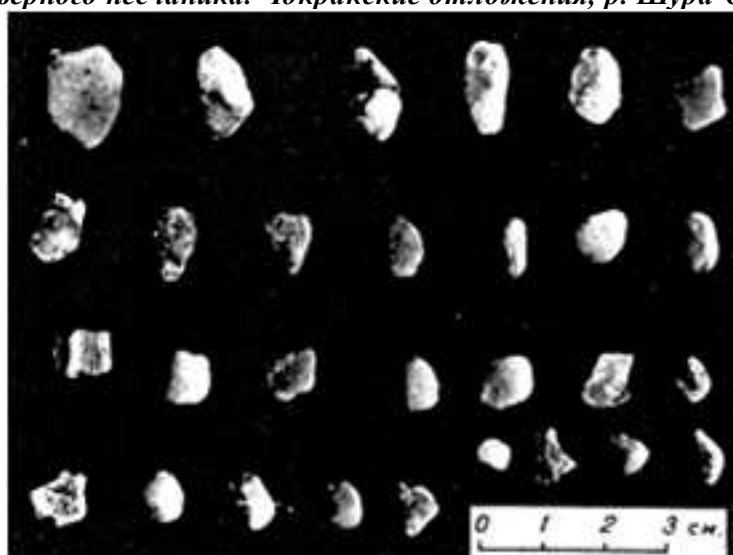


Фракция 0,297-0,210 мм

*Рис. 1. Караганские песчаники. Р. Шура-Озень*



*Рис. 2. Кварцевая галька из «конгломератика» / желвачкового конгломерата / в основном карьерного песчаника. Чокракские отложения, р. Шура-Озень*



*Рис. 3. Кварцевая галька из песчаников свиты «В». С. Кумторкала*



*Рис. 4. Кварцевая галька из подошвы пласта песчаника свиты «В». С. Кумторкала*

Как это можно видеть, в среднемиоценовых песчанисто-кварцевых породах устанавливается галька кварцевая небольших размеров, в сростании с черными песчаниками и аргиллитовой массой в цементе. Это говорит о том, что размывались тонкопрожилковые кварцевые зоны, которые могут быть золотоносными, их необходимо установить и опробовать. Конечно, это материал близкого сноса. Коренные источники его установлены в песчаниках долины рек Истисув, Шура-Озень. Разброс кварцевых галек коренных кварцевых пород обширнее – р.р. Шура-Озень, Истисув, Сулак.

В заключении обзора изучения песчанисто-кварцевых пород среднего миоцена (чокрак-карагана) отметим следующее.

1. Песчаные толщи содержат мелкозернистый кварцевый песок, реже встречаются линзы, прослой крупнозернистого песка, весьма редко кварцевые гравелиты и кварцевая галька
2. Материал песков, с большой долей вероятности, имеет дальние источники сноса - ВЕП (Восточно-Европейская Платформа).
3. Кварцевая галька и шлиховое золото – продукты местного сноса. Они являются хорошими поисковыми признаками. Работы по золоту в Дагестане необходимо продолжить.

#### Литература

1. Бежаев М.М. Литология чокракских и караганских отложений Дагестана. Дисс. на соискание уч. степени к.г.-м.н. г. Свердловск. 1954. 232 с.
2. Гусаров А.В. Гранулометрический и минеральный состав золово-аккумулятивного комплекса «Сарыкум» //Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Вып.9. Махачкала. 214. С. 28-40.
3. Лаломов А.В., Бочнева А.А. Предварительные результаты опробования чокрак-караганских отложений Дагестана перспективы титано-циркониевой россыпной золотоносности. В сб. Геология и минерально-сырьевые ресурсы южного федерального округа. Махачкала. 2006. С. 47-49.
4. Леммлейн Г.Г., Князев В.С. Опыт изучения обломочного кварца //Изв-я Академии наук СССР. Сер. геологическая. 1951. №4. С. 99-103.
5. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Первые находки терригенного золота, платины в миоценовых отложениях Восточного Кавказа (Дагестан) //Докл. РАН. Т.424. № 6. 2009. С. 792-795.
6. Тульшева Е.В. Речные долины Дагестана и их неотектоническая обусловленность. Дисс. на соиск. уч. ст. к.г.н., Махачкала, 2002. 218 с.
7. Черкашин В.И., Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Терригенная минералогия тяжелой фракции пород мезокайнозоя Восточного Кавказа и перспективы титано-циркониевого россыпеобразования //Геология и минерально-сырьевые ресурсы Южного Федерального округа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып. № 50. Махачкала. 2006. С. 73-86.
8. Юсупов А.Р. Минералогия терригенных комплексов и россыпеобразование мезо-кайнозойских отложений Дагестана. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.г.-м.н., Махачкала. 2011, 23 с.

УДК 551.311.31 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-23-29

## СУБМЕРИДИОНАЛЬНАЯ, СТРЕССОВАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД ДАГЕСТАНА

*Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И.*

*Институт геологии ДНЦ РАН*

Отмечена северо-восточная (общекавказская) ориентировка структур дизъюнктивных, пликативных, магматических и металлогенических зон Восточного Кавказа, обусловленная геотектоническим развитием региона, доколлизийными и коллизийными процессами. Заложения речных систем происходит в поперечном, антикавказском направлении, что объясняется прохождением их (долин) по зонам некартируемых разломов, формирующихся визуальной и скрытой (микроскопической) трещиноватостью.

*Ключевые слова:* трещиноватость, визуальная, скрытая, поперечный, разломы, раздвиг.

## SUBMERIDIONAL, STRESS CRAPE OF MOUNTAIN BREEDS OF DAGHESTAN

*Matsapulín V.U., Tulyshéva E.V., Isakov S.I.*

*Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

The North-Eastern (all-caucasian) orientation of the structures of disjunctive, plicative, magmatic and metallogenic zones of the Eastern Caucasus due to the geotectonic development of the region, pre-collision and collision processes is noted. The laying of river systems occurs in the transverse, anti-caucasian direction, which is explained by the origin of their (valleys) in the zones of non-charted faults, formed by visual and hidden (microscopic) fracturing.

*Keywords:* fracturing, visual, hidden, transverse, faults transcurent fault.

Формирование структур Восточного Кавказа объясняется, по крайней мере на неотектоническом этапе, т.е. с раннего акчагыла, субмеридиональным тектоническим сжатием, то и формирование разрывов следует рассматривать в этих же направлениях [4,5]. Субмеридиональное, поперечное сжатие обуславливает строго определенные соотношения сколовых и сдвиговых деформаций, что отчетливо проявлено в Дагестане. При антикавказских направлениях основных стрессовых напряжений взбросы и надвиги располагаются вдоль основных неотектонических зон, а именно по их границам и имеют северные падения сместителей (Тляртинский взброс, Гилянская зона надвигов и др.). левосторонние сдвиги, имеющие С-С-В простирание, ограничивают Дагестанский клин. На западе – это левосторонний сбросо-сдвиг по долине р. Акташ, между Бенойской и Варандийской антиклиналями с одной стороны и Хадумским куполом – с другой. На востоке располагается зона правосторонних деформаций С-С-З простирания (Восточно-Дагестанская зона). В направлении главных сжимающих усилий (напряжений) располагаются раздвиги, к которым приурочено большинство речных долин Предгорного Дагестана, от р. Аксай на западе, до рек Ачи-Су, Гамри-Озень, Инчхе-Озень, Уллучай на востоке.

Рост структур в среднем и верхнем плейстоцене, и сопутствующие смещения по радиально расположенным к Дагестанскому клину разрывам, совпадающим с долинами рек Сулак, Шура-Озень, Черкес-Озень, известны и в пределах Дагестанского побережья к югу от Махачкалы по деформациям хвалынских береговых линий.

Процесс разрастания горного сооружения Восточного Кавказа активно продолжался в апшероне, зона предгорий в это время отодвигается далее к северу и востоку. В пределах третичного Дагестана формируется предгорная аллювиально-пролювиальная наклонная равнина, располагавшаяся к северу, о чем свидетельствуют – мощные до 100 м, верхнеапшеронские конгломераты в левом борту Ахатлинского ущелья, на г. Ханзай-Хой Тау.

На основании проведенного неотектонического районирования в дагестанском сечении Восточного Кавказа с юга на север можно выделить ряд крупных, активно развивающихся вплоть до плейстоцен-голоцена включительно, ассиметрично построенных зон, с юга ограни-

ченных поднятиями, а с севера неотектоническими опусканиями [5]. При общей вергентности к югу они одновременно пододвигаются друг под друга с образованием вдоль северной периферии Дагестанского клина «поддвиг» в сторону Терско-Каспийского прогиба:

- Поднятие Главного Кавказского хребта и новейшее опускание Бежетинской впадины;
- Поднятие Бокового хребта и Андийско-Аварская зона новейших опусканий (с. Ботлих, р. Андийское Койсу, с. Советское);
- Хунзахско-Хаджал-Махинское поднятие и новейшее опускание Кадаро-Ирганайской котловины;
- Салатау-Гимринское и Мугринское поднятие и зона опусканий в пределах Чиркейской, Буйнакской, Параульской котловин и в районе с. Сергокала-Маджалис;
- Поднятие передовой моноклинали (Черные горы, хр. Нарат-Тюбе) и прилежащая с севера часть Терско-Сулакского прогиба.

Формирование Восточного Кавказа происходило на фоне регрессии по отношению к орогену в сторону Каспийского моря и коллизии Восточно-Европейской и Афро-Аравийской платформ, создавшей условия мощного поперечного (антикавказского) стресса. В эти условия и вписываются все неотектонические особенности формирования орогена.

Отмечалось, что стратиграфия, литология, структуры, тектонические нарушения (пликативные, дизъюнктивные) располагаются в соответствии с простираем Большого Кавказа (СВ-ЮЗ). А реки, в подавляющем большинстве, ориентируются поперечно Большекавказскому орогену, игнорируя разрывную тектонику [6,7]. Этот, казалось бы, парадокс проявляется и отчетливо выражен на геологических картах. В чем же здесь дело, почему водотоки избрали такой путь своего протекания? Предполагается, что реки приобрели такую ориентировку в своем течении за счет того, что они избрали для своих долин зоны с наименьшим сопротивлением для водной массы – поперечные разломы, зоны, которые не картируются при существующих съемочных работах.

Для их выделения нужны специальные исследования: изучение трещиноватости, пористости, геофизические работы на установление этих параметров, проницаемости вод, растворимости, специальных неотектонических исследований, тектоники, направленной на установление этих геологических процессов. Так мы видим на примере неотектоники Восточного Кавказа, что имеются материалы по террасам, тектонике – свидетельствующих о заложении речных долин по поперечным разломам и др. Не всегда мы отмечаем особенности строения, литологии, тектоники, осадочных толщ, т.к. не осознаем их необходимость. На этом мы и остановимся в дальнейших рассуждениях в данной статье.

В долине р. Истисув, берущей начало с хр. Нарат-Тюбе, в местах выхода её на приморскую низменность отмечаются отроги хребта, сложенные караганскими (нижний миоцен) кварцевыми песчаниками. Их пласты разбиты поперечными трещинами. Характерно, что второй от устья хребет на левобережье параллелен первому, а на правобережье расстояние между хребтами в пределах долины резко сужается, особенно в русловой части. Хребет здесь образует как бы прямой угол, в вершине которого отмечается гидротермально-эксплозивное проявление с присутствием вулканического пеплового материала. Считаем, что образовавшаяся морфоструктура обусловлена наличием в глубине массива прочных пород (магматический штوك), который тормозил перемещение массы осадочных пород хребта. Движение масс происходило с севера на юг.

Мы не исключаем того, что это могло быть причиной образования гидротермально-эксплозивного проявления. По траверсу этого хребта в 20-40 м от первого проявления выделены: зона с дробленным кварцевым песком (брекчия по пескам) и зона с проявлением аморфного кремнезема, ожелезненных песчаников, глинистых пород. Эти проявления мы также относим к эксплозивным образованиям. Далее по ручью Истисув на его левобережье в четырех левых притоках отмечаются зоны белых кварцевых песков, отличающихся от вмещающих песчаников белым цветом, хорошо гидротермально-промытых зон песков. В первом ручье в песча-



никах отмечались жилы небольшой мощности гематита и изредка цемент аморфного кремнезема. Остальные ручьи нами не обследовались на предмет наличия гидротермальной минерализации. В верховьях Истисув, один из ручьев стекает в сторону приморской низменности. В правом его борту отмечается линза белых хорошо промытых кварцевых песков.

Приустьевая часть долины р. Истисув, при выходе на приморскую низменность, выполнена рыхлым мелкозернистым материалом, в котором установлены цеолиты до 25-30 %, кварц – до 20-25 %, вулканическое стекло до 10 %.

В начале буйнакского перевала (дорога Махачкала-Буйнакск) также отмечены хребты караганских песчаников разбитые тектоническими трещинами, прослеживающимися через равномерные промежутки. На них хорошо заметно образование более ранних трещин и более поздних, которые выделяются своим свежим обликом (рис.1,2).



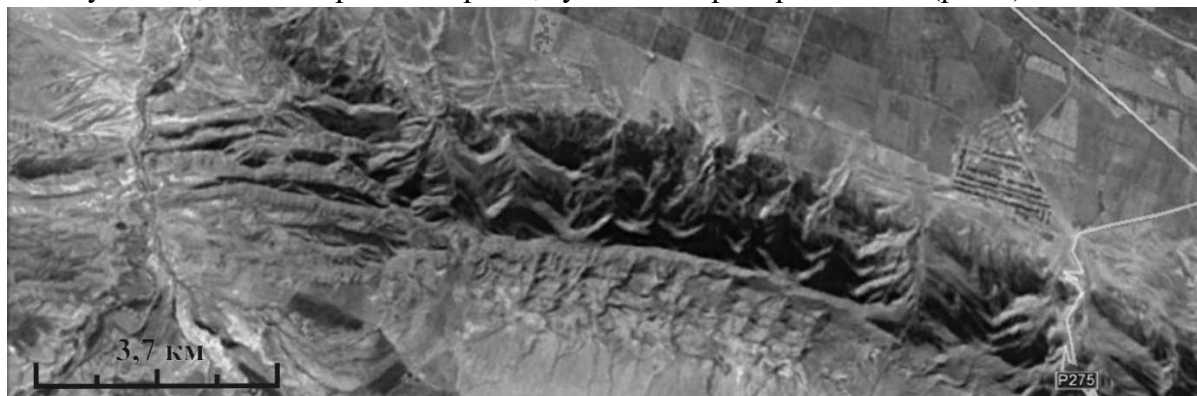
*Рис. 1. Трещиноватые караганские песчаники. Начало буйнакского перевала.*



*Рис. 2. Караганские трещиноватые песчаники. Начало буйнакского перевала.*

В промежутке между рекой Шура-Озень и буйнакским перевалом на вершинной поверхности хребта Нарат-Тюбе выделяется в караганских песчаниках структура на космоснимках и аэрофотоснимках, представленная как гигантский «динозавр» с чешуйчатыми наростами по хребту. Здесь также имела место трещиноватость, по трещинам циркулировали воды атмосферных осадков, они были подвергнуты эоловым процессам. В результате гравитации сформировались треугольные блоки - чешуи «динозавра», а делювий в устьевой части этих трещин

сформировал осыпи. Если сравнить эту структуру с буйнакским перевалом и ручьем Истису в то можно увидеть, что она древнее первых, судя по её преобразованию (рис.3).



**Рис. 3. Космоснимок. Трещиноватые караганские песчаники. Вершинная поверхность хр. Нарат-Тюбе между буйнакским перевалом и р. Шура-Озень.**

Другой участок наблюдений – это Урминская синклиналь, сложенная палеогеновым известняком. Известняковое плато пересекается с юга на север р. Халагорк строго прямолинейно. В левом борту реки в кремнистых известняках (спонголитах) отмечается проявление сердолика ( $Fe_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$ ). Это тонкопрожилковые тела, локализующиеся в трещиноватой зоне карбонатов. Зона располагается параллельно береговым обрывам, ориентированным Ю-С. Выше от проявления сердолика по течению реки отмечены вулканические пеплы. А ниже – проявления сердолика, известняковые борта долины деградируют отслоением блоков пород параллельных долине. В отрогах меловых хребтов плато отмечается параллельная трещиноватость, по которой были заложены ручьи.

Тектоническая трещиноватость отмечается в Известняковом Дагестане – в долине р. Араканы (пр. пр. Аварского Койсу) (рис. 4). Здесь в привершинной части на правом берегу выделяется параллельная трещиноватость в известняках аналогичная той, что отмечалась нами выше в песчаниках хребта Нарат-Тюбе. Трещиноватость также ориентирована в антикавказском направлении. Аналогия с трещиноватостью песчаников Нарат-Тюбе заключается в том, что по этой трещиноватости также циркулировали воды, создавшие промоины по этим трещинам, с формированием «треугольников» и отложением материала в устьевых частях.



**Рис. 4. Эродированная трещиноватость нижнемеловых известняков. Араканское ущелье, правый борт. (Фото А.Р. Юсупова)**

Некоторые исследователи называют эти известковые фигуры карстом. Возможно, это и так, но мы прежде всего видим в этом трещиноватость пород, возникшую при коллизии платформ. Аналогичная трещиноватость, отмечается также в толще верхнемеловых известняков перед южным окончанием Гимринского тоннеля (рис. 5).



**Рис. 5. Эродированная трещиноватость верхнемеловых известняков. Южное окончание Гимринского тоннеля. (Фото А.Р. Юсупова)**

Отмеченная трещиноватость пород простирающаяся поперечно общекавказскому направлению (СВ-ЮЗ), в одних случаях не несет в себе минеральной нагрузки или следов водной проработки (Истисув, начало буйнакского перевала, Араканская долина, начало Гимринского тоннеля), в других – отмечается и минерализация и водная проработка.

Вся отмеченная трещиноватость располагается в верхних окончаниях пластов песчаников или карбонатных толщ. Это, вероятно, объясняется их выходами на дневную поверхность, где происходила максимальная разрядка напряжения в породах. На большую глубину эта трещиноватость, видимо, продолжается, но трещинки раскрыты не настолько как в описываемых нами частях толщ.

Минеральное выполнение трещин в нижнемеловых известняках отмечается в долине р. Аракань. Здесь на перевале, по дороге с. Аркас – с. Аракань, в правом борту Араканской долины в начале спуска к Аварскому Койсу на контакте нижнемеловых известняков с верхнеюрскими песчано-глинистыми породами отмечается минерализованное карбонатное поле. Оно представлено серией карбонатных жил, прожилков более 50 штук, расположенных в обрывистом известняковом склоне. Мощность этих эпигенетических жильных карбонатов составляет от 2 м до мелких прожилков (3-5 см). Эти трещины образовались путем раздвига осадочных известняков. Мы тщательно проследили эти прожилки. В них контакты пород не смещены друг относительно друга. В самом мощном прожилке отмечены пустоты с кальцитом самых разнообразных форм: в виде булавы с шипами – кристаллами кальцита на утолщении, скопления крупных удлиненных (до 10 см) кристаллов и др. в остальных прожилках – кальцит обычный, жильный. Изотопный состав углерода жильного карбоната и вмещающих известняков различ-

ный – что говорит о глубинной природе жильных карбонатов (табл. 1). На контакте жильных тел с вмещающими породами следов гидротермальной проработки или размыва нет.

Таблица 1

*Изотопный состав углерода карбонатов*

№ п/п	Анализируемая порода	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰			$\delta^{18}\text{O}$ , ‰		
		min	max	среднее	min	max	среднее
1	Кальцит прожилков (10 проб)	-6	-14,2	-10,2	+20,6	+27,1	+24,87
2	Карбонат вмещающих пород (4 пробы)	+1,2	+3,8	+2,33	+27,4	+28,6	+28

Можно предположить, что здесь имело место отложения коллоидных карбонатных масс. В прожилках установлено Au – 0.3-0.7 г/т, Ag – 15-18 г/т. По направлению к северу эти прожилки не прослеживаются, т.к. уходят под почвенно-растительный слой. Но на некотором удалении (до 0,5-1,0 км) на север выделяется изометричное тело карбонатов, в котором отмечаются неправильные формы образования гематита (карбонат-гематитовая ассоциация). Предполагается, что вышеотмеченные карбонатные образования соединяются, образуя единое карбонатное поле. К западу от этого минерализованного поля по поверхности Гимринского хребта, над отмеченной трещиноватостью на нижнемеловых известняках, отмечаются напластования травертиновых толщ. (Б.А. Батыров). Здесь, вероятно, по трещиноватости происходило излияние углекислых вод, отлагавших травертины. Широкое их развитие отмечается в Сланцевом Дагестане на Курушском рудном поле, Кизил-Деринском, в верховьях Аварского и Андийского Койсу и на самом крупном проявлении – Кина, в районе сел. Рутул. По данным изотопии углерода они также имеют эндогенную природу. Из всей приведенной трещиноватости особенно удивительным представляется пласт карбонатных корочек мощностью до 1,5 м сложенный карбонатными пластинками, переслаиваемыми песками в дюне Сарыкум. В нем около 50 карбонатных корочек, такое переслаивание может быть обусловлено только подобными же ритмичными процессами. Они известны в геологии – это выбросы термальных флюидов гейзерами, которые ритмично функционируют, и могут создать аналогичные образования. В литературе известны гейзеры известковые, углекислые [1].

Проведенные аналитические исследования корочек – определение элементов примесей, изотопный состав серы, углерода, кислорода, карбонатов близки кальциту вулканических пеплов. Все это позволяет нам предполагать участие вулканогенных процессов в формировании Сарыкума. Масштабы этого участия не известны. При значительном их объеме они могут иметь и решающее значение в образовании эоловой формы Сарыкума, например, в образовании затравки. При формировании дюны в округе происходили вулканогенные процессы – долины рек Истисув, Шура-Озень, Буйнакский перевал, долина р. Сулак (Кара-Тюбе). Не исключаем находки проявлений вулканогенных процессов и в других местах, т.к. они не обследованы. Происхождение карбонатных корочек, могло быть связано со стрессовой субмеридиональной трещиноватостью, проходящей под дюной Сарыкум в коренных породах и циркулирующим в ней углекислым флюидом.

Вторая модель образования дюны Сарыкум сводится к следующему: происходит хазарская трансгрессия моря, выносятся к побережью большое количество рыхлого песчаного материала, формируется хазарская терраса (m до 30 м), затем происходит регрессия в хазарское время, соответствующая терраса выходит из-под уровня воды и образует наземную форму. Последующая хвалынская трансгрессия, формирует соответствующие формы рельефа, образуя новокаспийские отложения и современную береговую зону. В этот период река Шура-Озень, сформировав долину прорывая Нарат-Тюбинский хребет, непрерывно функционирует, впадая в Каспийское море. В позднем плейстоцене-голоцене создаются благоприятные условия для мощнейших эоловых процессов – формируется сложная дюна Сарыкум, прорезающаяся доли-

ной реки Шура-Озень [2,3]. Эта модель не учитывает наличие в дюне карбонатных корочек, что приводит к противоположным генетическим выводам образования дюны.

Таким образом, мы видим разные функции стрессовой трещиноватости пород: эндогенное (тектоническое) их происхождение, формирование эрозионного рельефа территории, пути локализации речных водотоков, подземных вод и гидротермальных растворов, формирования зон минерализации, травертинов и тектонических разломов.

### **Литература**

1. Влодавец В.И. Справочник по вулканологии. Изд-во «Наука», М.: 1984, 338 с.
2. Гусаров А.В. Гипотезы происхождения песков эолово-аккумулятивного комплекса «Сарыкум» как уникального природного объекта России // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Махачкала. Вып. 9. Alerph, 2014. С. 6-28.
3. Идрисов И.А. К истории формирования и развития песчаного массива Сарыкум. Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Вып.3. Махачкала, 2010. С.19-26.
4. Кожевников А.В. Стратиграфия антропогена Большого Кавказа как основа неотектонических построений // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука, 1987,. С. 207-211.
5. Никитин М.Ю. Неотектоника Горного Дагестана // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука, 1987. С. 221-239.
6. Тульшева Е.В. Речные долины Дагестана и их неотектоническая обусловленность. Дисс. уч.ст. канд. геогр. наук. Махачкала, 2002, 218 с.
7. Тульшева Е.В., Мацапулин В.У., Исаков С.И. Особенности заложения и формирования речных долин Восточного Кавказа (Дагестан) // «Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Геология и ресурсы Кавказа» Вып. № 1 (72) 2018. С. 59-64.

УДК 552.02

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-30-37

О РЕЗУЛЬТАТАХ ПЕРЕОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД  
ПО СКВАЖИНЕ 9-Т ЮЖНОМАНАССКОГО УЧАСТКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД*Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С., Сулейманов В.К., Мамаев А.С.**Институт геологии ДНЦ РАН*

Проводится переоценка запасов термальных йодо-бромных борных рассольных минеральных вод караганского водоносного горизонта на Южноманасском участке Манас-Туралинского месторождения. Скважиной 9-Т из песчаников караганского водоносного горизонта из интервала 1414-1448 м выводятся термальные (40-50<sup>0</sup>С) рассольные (М 66-75 г/дм<sup>3</sup>) йодо-бромные борные хлоридные натриевые воды, используемые в санатории Каспий с 1969 года для наружных бальнеопроцедур.

*Ключевые слова:* геологоразведочные работы, переоценка запасов, Южноманский участок, Манас-Туралинское месторождение, подземные минеральные воды, хлоридные натриевые, йодо-бромные, борные, караганский горизонт, Карабудахкентский район, Республика Дагестан.

ABOUT RESULTS OF RE-ESTIMATION OF RESERVES OF UNDERGROUND MINERAL  
WATERS IN A WELL OF 9-T SOUTH MANKINSKY MINERAL WATER AREA*Akhmedov G.Ya., Kurbanismailova A.S., Suleymanov V.K., Mamaev A.S.**Institute of Geology Dagestan Scientific Center Russian Academy of Sciences*

The reserves of thermal iodine-bromine boron brine mineral waters of the Karagan aquifer are being revalued in the South Manass part of the Manas-Turalinsky field. The 9-T borehole from the sandstones of the Karagan aquifer from the interval of 1414-1448 m derives thermal (40-50<sup>0</sup>С) brine (M 66-75 g / dm<sup>3</sup>) iodine-bromine boric chloride sodium water used in the Caspian sanatorium since 1969 for outdoor balneological procedures.

*Keywords:* geological exploration, reassessment of reserves, Yuzhnomansky subsoil, Manas-Turalinsky deposit, underground mineral waters, sodium chloride, iodide-bromine, boric, Karagan horizon, Karabudakhkent district, Republic of Dagestan.

В середине шестидесятых годов двадцатого века при поисках термальных вод на Манас-Туралинском побережье Каспийского моря глубокими разведочными скважинами в отложениях чокракского и караганского возраста были встречены термальные рассольные воды с высоким содержанием йода, брома, бора и других бальнеологических микроэлементов. Одной из таких скважин была скважина 9-т, глубиной 2325 м, расположенная на Манасском взморье, вблизи станции Манас, которая из трещиноватых песчаников и мергелей караганского горизонта вывела термальную (41<sup>0</sup>С) минеральную воду с минерализацией 74,6 г/дм<sup>3</sup> с повышенным содержанием йода, брома, железа и кремниевой кислоты. Вода этой скважины по заключению Пятигорского НИИ курортологии и физиотерапии была рекомендована для бальнеопроцедур.

В 1984-1989 годах Дагестанская геологоразведочная экспедиция выполнила большой комплекс работ по поискам и предварительной оценке эксплуатационных запасов минеральных вод для санаторно-курортного комплекса на Манас-Туралинском побережье Каспийского моря.

В результате этих работ выявлены и оценены по категории С<sub>1</sub> эксплуатационные запасы высокоминерализованных хлоридных натриевых йодо-бромных вод в количестве 1007 м<sup>3</sup>/сутки (скважины 9-т - 143 м<sup>3</sup>/сутки, 114-М - 864 м<sup>3</sup>/сутки), по категории С<sub>2</sub> рассольных и высокоминерализованных сульфидных йодо-бромных вод в количестве 125 м<sup>3</sup>/сутки (скважина 105-М, ист. 3-4, 8-V), лечебно-питьевых хлоридных натриевых вод по категории С<sub>1</sub>- 25 м<sup>3</sup>/сутки (скважины 101-М, 108-М) и по категории С<sub>2</sub> - 3 м<sup>3</sup>/сутки (скважина 109-М), а также рассольных углекислых йодо-бромных вод по категории С<sub>2</sub> -743 м<sup>3</sup>/сутки (скважина 114-М) [Добродный, 1989].

15 сентября 2006 года Территориальным агентством по недропользованию по республике Дагестан была выдана лицензия МАХ 00430 МЭ Обществу с ограниченной ответственностью «Каспий» с целевым назначением и видами работ: добыча минеральных вод для бальнеологических целей – скважина 9-т Южноманасского участка минеральных вод, где лицензионным соглашением было предусмотрено утверждение в Территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых запасы минеральных подземных вод скважины 9-т по более высоким промышленным категориям.

Работы по переоценке запасов подземных минеральных вод скважины 9-т Южноманасского участка выполнены в период с марта 2016 г по ноябрь 2017г.

Скважина 9-т расположена в Карабудахкентском районе республики Дагестан на территории санатория Каспий в 40 км южнее г. Махачкала.

В геолого-структурном плане район расположения скважины 9-т находится в восточной части северного склона мегантиклинория Большого Кавказа, в области восточного погружения Дагестанского клина. В гидрогеологическом плане участок работ приурочен к Терско-Каспийскому артезианскому бассейну III порядка. Геологический разрез представлен отложениями мезо-кайнозойского возраста мощностью более пяти тысяч метров, залегающих на палеозойском фундаменте. Мощность отложений четвертичного возраста составляет первые десятки метров.

Выбор караганского горизонта обоснован тем, что скважиной 9-т глубиной 2325м, пробуренной Северо-Кавказской разведочной экспедицией Управления спецподземстрой в 1966 году на Манас-Култукской площади для получения термальных вод из чокрак-караганских отложений в интервале 1414-1530 м из караганских отложений нижнего неогена был получен приток минеральной воды хлоридного натриевого состава (М 74,6 г/л), с дебитом 150 м<sup>3</sup>/сутки и температурой 41 °С на устье, избыточным напором 2,2 атм.

Караганский водоносный горизонт, содержащий йодо-бромные воды, выходит на поверхность в центральной части Южноманасского участка и протягивается полосой с юго-востока на северо-запад.

Полоса выхода караганских отложений на дневную поверхность является областью их инфильтрационного питания и создания гидростатического напора.

На Манасской площади выходы караганских отложений на дневную поверхность одновременно являются и областью разгрузки, а область транзита практически отсутствует, составляя первые сотни метров.

По современным представлениям считается [Доброродный, 1989, Курбанов М.К., 1974, Мамаев, 2003], что минеральные воды караганского водоносного горизонта формируются при смешении инфильтрационных и элизионных вод. Причем, инфильтрационный поток пресных и маломинерализованных вод движется с запада на восток по падению пластов горных пород из области питания, совпадающей с выходами караганских песчаников на дневную поверхность.

Главная гидрогеологическая особенность района заключается в том, что здесь имеются две крупнейшие гидрогеологические системы – артезианская и элизионная, в которых потоки подземных вод направлены навстречу друг другу.

Область формирования элизионного потока располагается в наиболее погруженной части Каспийской впадины. Откуда подземные воды караганского водоносного горизонта движутся на запад и разгружаются в предгорьях в виде родников.

Химический состав вод элизионного потока исключительно хлоридный натриевый с минерализацией до 85 г/дм<sup>3</sup>. Установлено, что по мере движения к области разгрузки минерализация подземных вод снижается за счет смешения с водами инфильтрационного потока. Газовый состав элизионных вод преимущественно метановый.

Формирование химического состава минеральных вод караганского водоносного горизонта, по мнению авторов, происходит при смешении инфильтрационных вод, поток которых движется с запада на восток по падению пластов горных пород из области питания, и элизион-

ных вод, мигрирующих по восстанию пластов с востока на запад, из наиболее погруженной части Каспийского моря.

Переоценка запасов подземных минеральных вод Южноманасского участка соответствовала стадии детальной разведки с оценкой запасов по более высоким промышленным категориям. Так как оцениваемый участок фактически уже более пятидесяти лет находится в промышленной эксплуатации, то можно было бы провести оценку запасов по данным мониторинга за этот период. С момента предварительной оценки запасов (1990 г.) эксплуатация скважины 9-т велась с отсутствием должного контроля над объемом добычи и гидрогеологическими параметрами, и, к сожалению, материалы по данным режимных наблюдений по разным причинам не сохранились. Поэтому стояла задача провести комплекс режимно-эксплуатационных работ на скважине 9-т Южноманасского участка для оценки запасов подземных минеральных вод.

Основными видами геологоразведочных работ были опытно-промышленные выпуски с заявленной потребностью (100-150 м<sup>3</sup>/сутки), изучение качественных характеристик минеральной воды скважины 9-т, изучение опыта эксплуатации скважины 9-т, изучение состояния ранее пробуренных разведочных скважин на Южноманасском участке, оценка воздействия на другие водозаборы и на окружающую среду.

В связи с тем, что оцениваемый Южноманасский участок Манас-Туралинского месторождения относится ко второй группе со сложными условиями, был выбран гидравлический метод переоценки запасов с годичным циклом опытно-эксплуатационного выпуска из оцениваемой скважины 9-т, в объемах заявленной потребности (100-150 м<sup>3</sup>/сут.), как наиболее информативный и позволяющий составить прогноз сохранения количественных и качественных характеристик оцениваемого участка минеральных вод на длительную перспективу с комплексом гидрогеологических и гидрохимических мониторинговых наблюдений.

Так как заявленная перспективная потребность в минеральной воде составляет 100-150 м<sup>3</sup>/сутки, то опытно-эксплуатационные выпуски из скважины 9-т были произведены при самоизливе воды с дебитом 125-127 м<sup>3</sup>/сутки с динамическим напором 0,5 атм.

Ранее пробуренные разведочные скважины на Южноманасском участке к моменту переоценки запасов были ликвидированы или законсервированы, поэтому современной гидрогеологической информации по ним не оказалось и оценить степень их взаимовлияния с оцениваемой скважиной 9-т не представлялось возможным.

В районе оцениваемого Южноманасского участка минеральных вод других действующих водозаборов на караганский водоносный горизонт кроме скважины 9-т, данные по которой позволяют проследить режим подземных вод караганского водоносного горизонта в условиях ограниченного (избыточный напор 0,5 атм.) самоизлива из этой скважины, не оказалось. Ранее пробуренные разведочные скважины каптировали нижележащие водоносные горизонты, не имеющие гидравлической связи с караганским водоносным горизонтом. По результатам предварительной оценки запасов не было отмечено взаимовлияния между скважиной 9-т и разведочными скважинами Манас-Туралинской площади [Доброродный, 1989; Потапов и др. 2017].

На этапе проводимой переоценки запасов выполнен анализ режима скважины 9-т за период с марта 2016 года по март 2017 года путем непосредственных замеров на оголовке скважины 9-т. В состав наблюдений входили еженедельные замеры дебита скважины, уровня (напора) и температуры воды, ежемесячные определения химического состава и санитарного состояния минеральных вод. Продолжительность периода наблюдений и частота замеров обусловлены необходимостью установления амплитуды сезонных колебаний дебита и уровня, а также степени устойчивости качественного состава во времени. Это позволило провести мониторинг подземных вод на этой скважине во все периоды года.

По данным опытно-эксплуатационного выпуска из скважины 9-Т определены гидрогеологические параметры караганского водоносного горизонта (положение статического и дина-



мического уровней (напоров) при заданном дебите), которые были использованы при оценке запасов участка.

Данные по режиму скважины 9-т во время предварительной оценки запасов 1986-1989 г.г. были использованы как «реперные» для современных исследований рис.1.

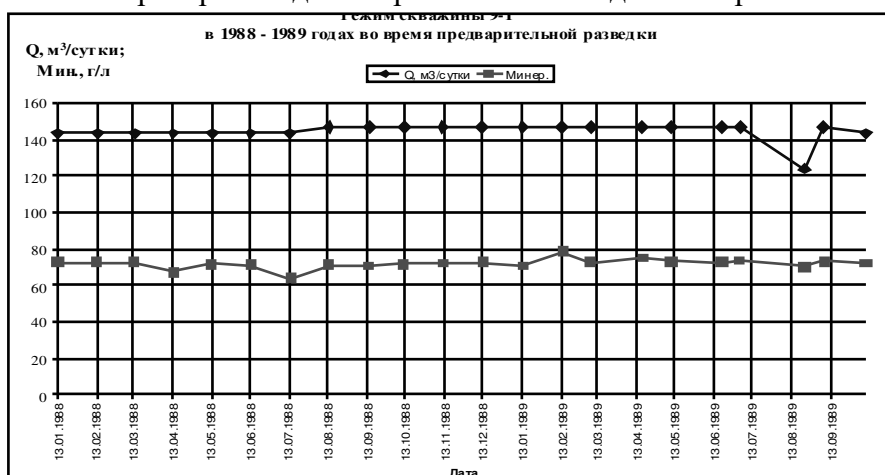


Рис. 1. Режим скважины 9-т во время предварительной оценки запасов 1986-1989 г.г.

По полученным в ходе опытно-эксплуатационного выпуска за период с март 2016г. по март 2017г. данным дебит минеральной воды скважины 9-т варьировал в пределах 125-127 м³/сутки. Избыточный напор на устье скважины колебался от 2,1 до 2,2 атм. Динамический уровень составлял 0,5 атм. Температура воды была стабильной – 49,5<sup>0</sup>С.

Годичный опытно-эксплуатационный выпуск минеральной воды из скважины 9-Т с дебитом 125-127 м³/сутки показал достаточно высокую стабильность гидродинамических характеристик, при которых избыточное давление на устье скважины составляло 0,5 атм., а статический уровень при кратковременном закрытии скважины достигал величины 2,0 атм. Таким образом, он был практически таким же, как и при вскрытии водоносного горизонта. Эти показатели свидетельствуют о высокой стабильности гидродинамических характеристик элизионного потока минеральных вод, вскрытых скважиной 9-т.



Рис. 2. Режим скважины 9-т во время предварительной оценки запасов 1916-1917 г.г.

Изучение качества подземных минеральных вод Южноманасского участка по скважине № 9-т в период опытно-эксплуатационных выпусков при переоценке запасов минеральных вод караганского водоносного горизонта, заключалось в проведении комплекса гидрохимических и санитарно-микробиологических исследований вод по этой скважине.

Наблюдения за качеством подземных вод заключались в систематическом отборе проб минеральной воды из скважины 9-т на полный и сокращенные физико-химические анализы, а

также на санитарно-бактериологические исследования воды. Анализы минеральной воды были выполнены в аккредитованных лабораториях.

Были изучены макро- и микрокомпонентный состав, органолептические свойства, радиологические и санитарно-бактериологические показатели воды скважины 9-Т. Набор выполненных анализов и их количество соответствовал требованиям к изучению качества подземных минеральных вод.

По результатам выполненных исследований подземная вода скважины 9-Т характеризуется как йодо-бромная, борная, термальная, рассольная, хлоридного натриевого состава, с повышенным содержанием органических веществ и железа.

Обобщенная формула ионного состава минеральной воды скважины 9-Т выглядит следующим образом: Cl 99 (SO<sub>4</sub> 1)

M 66-75 ----- Br 0,040-0,160 J 0,004-0,030 HVO<sub>2</sub> 0,040-0,070 pH7,5 T 41-53 °C  
(Na+K) 89 (Ca 6 Mg 5)

В целом можно отметить достаточно стабильный макрокомпонентный состав воды скважины 9-т во время опытно-эксплуатационных выпусков, который приводится на следующих диаграммах.

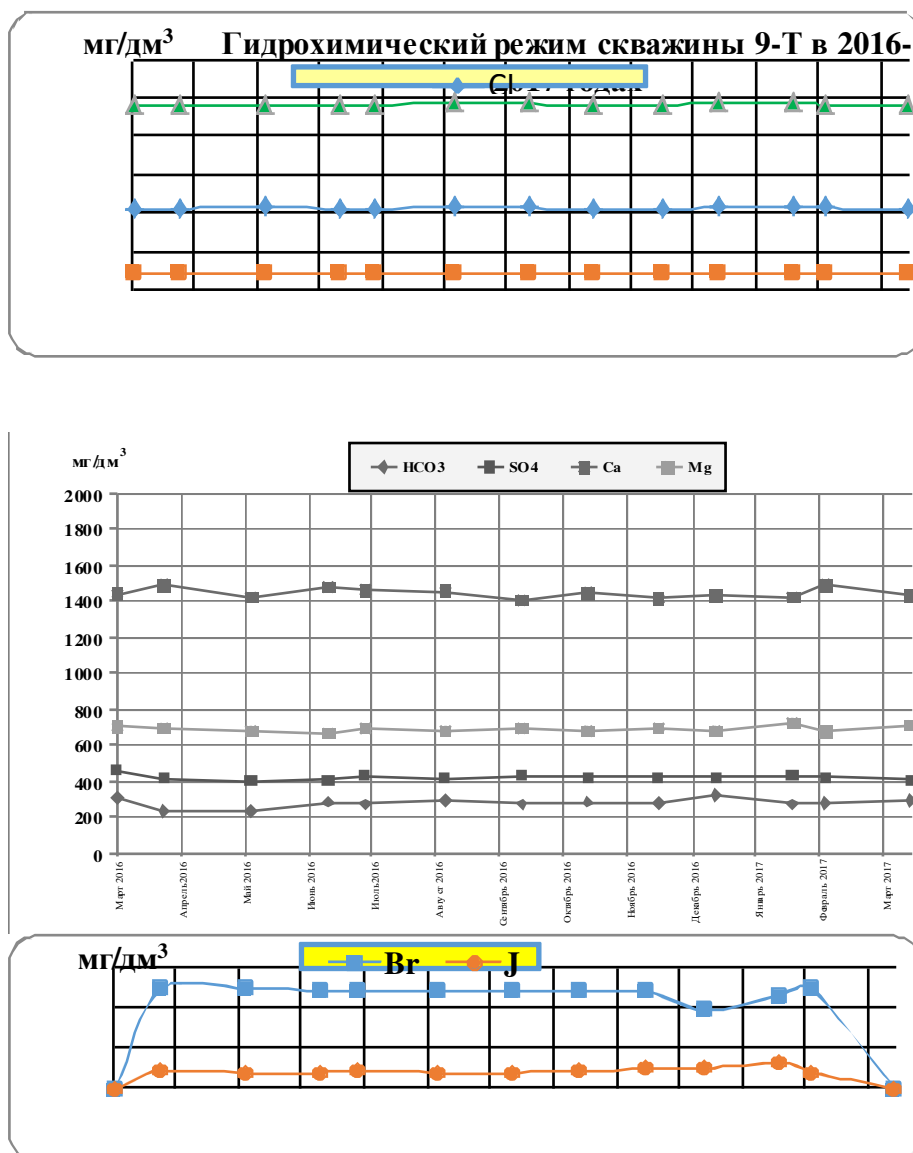


Рис. 3. Гидрохимический режим скважины 9-Т Южноманасского участка в 2016-2017 годах.

Выполненный комплекс исследований показал достаточно высокую стабильность гидрохимических характеристик минеральной воды скважины 9-Т в период опытно-эксплуатационного выпуска 2016-2017 годов. Однако ретроспективный анализ свидетельствует о наличии тенденции в снижении минерализации воды скважины 9-Т за период 1967-2017 годы. Поэтому был сделан прогноз изменения качественных характеристик воды оцениваемой скважины на 25-летний период эксплуатации (оценки запасов). Этот прогноз свидетельствует о том, что минеральная вода скважины 9-Т во время опытно-эксплуатационных выпусков соответствовала требованиям Бальнеологического заключения, и химический состав этой воды будет соответствовать разработанным кондициям на все время расчетного срока эксплуатации.

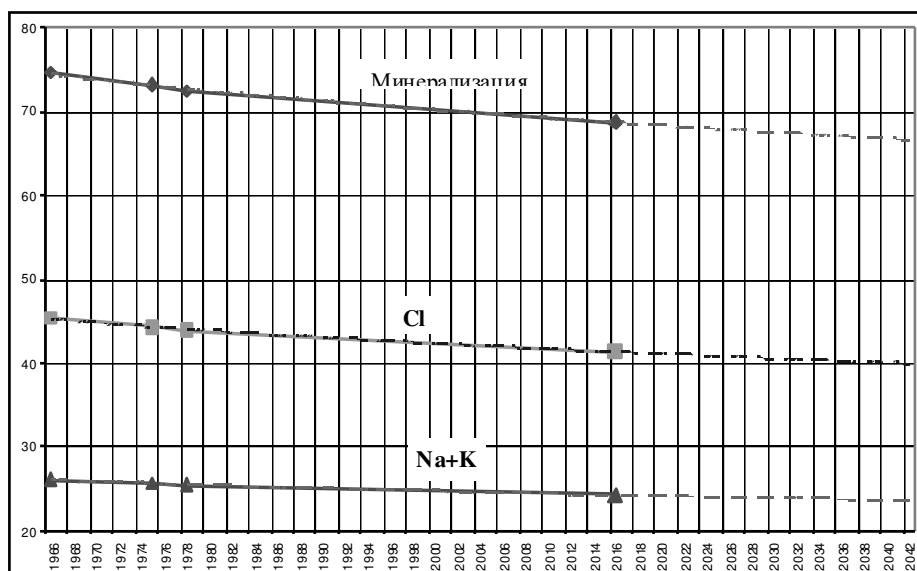


Рис 4. Гидрохимический режим минеральной воды скважины 9-Т за период 1966-2016 годов и прогноз до 2042 года

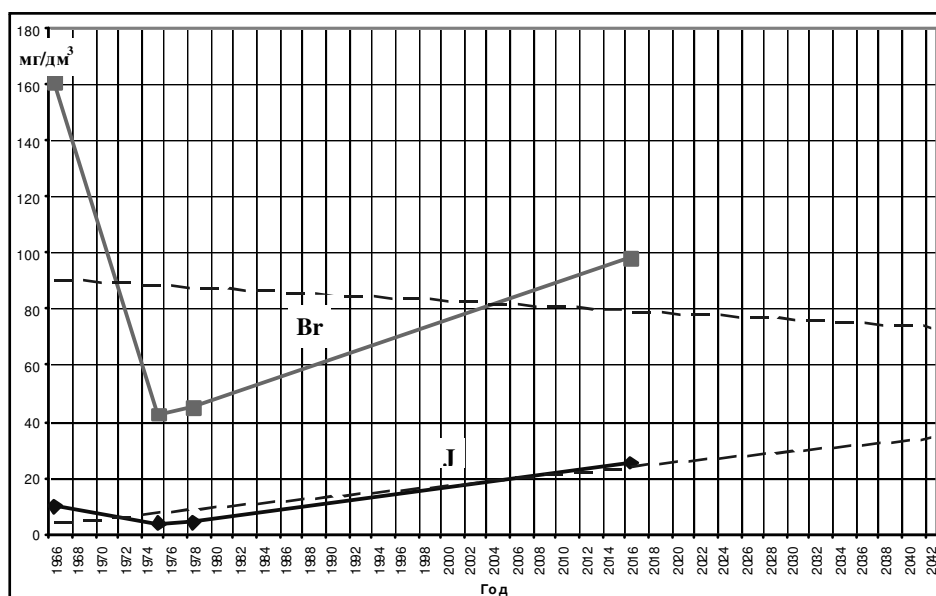


Рис. 5. Гидрохимический режим микрокомпонентного состава минеральной воды скважины 9-Т за период 1966-2016 годов и прогноз до 2042 года

Санитарно-микробиологические исследования минеральной воды скважины № 9-Т выполнялись в соответствии с Методическими рекомендациями №96/225 Минздрава России «Контроль качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим

показателям» и свидетельствуют об удовлетворительном санитарно-эпидемиологическом состоянии минеральной воды скважины 9-т.

Постоянство дебита скважины 9-т Южноманасского участка и стабильность химического состава минеральной воды свидетельствуют об обеспеченности переоцененных запасов, формирующихся в режиме элизионного потока, мигрирующего из глубокозалегающего (более 1500 м) караганского водоносного горизонта в области Предкавказского предгорного прогиба. Необходимо отметить, что дебит скважины 9-Т является лишь частью масштабной разгрузки этого водоносного горизонта в виде естественных родников с высокоминерализованными водами в местах выхода песчаных отложений горизонта на дневную поверхность.

Были переутверждены запасы подземных йодо-бромных, борных минеральных вод Южноманасского участка, по категории В в количестве  $125 \text{ м}^3/\text{сут.}$  караганского горизонта в интервале 1414-1420м, 1440-1448 м. так как здесь более пятидесяти лет действует водозаборное сооружение в виде эксплуатационной скважины 9-Т, где на стадии предварительной разведки были утверждены запасы категории С<sub>1</sub>.

С необходимой детальностью изучены геолого-гидрогеологические, физико-химические, экологические и другие показатели, позволившие создать достаточно достоверную гидрогеологическую модель Южноманасского участка. Примеры создания постоянно действующей гидрогеолого-математической модели формирования и управления подземных вод изложены в статьях Института геологии [Курбанов и др. 2006, Мамаев и др., 2007, 2008, 2009, 2015, 2016, 2017; Черкашин и др., 2003; Залибеков и др. 2012].

Проведенные исследования качества подземных минеральных вод Южноманасского участка подтвердили соответствие их для бальнеологического использования в курортной практике, а выполненный прогноз свидетельствует о сохранении необходимого качества минеральной воды в течение расчетного срока эксплуатации.

#### **Выводы:**

1. Выполненный комплекс специализированных гидрогеологических работ, включающий годичный опытно-эксплуатационный выпуск из скважины 9-Т, позволил гидравлическим методом переоценить запасы подземных термальных рассольных йодо-бромных, борных минеральных вод Южноманасского участка в количестве  $125 \text{ м}^3/\text{сутки}$  по категории В.

2. В период геологоразведочных работ по переоценке запасов Южноманасского участка наблюдалось достаточно стабильное состояние гидродинамических характеристик и химического состава минеральной воды, а также ее санитарно-бактериологическое благополучие, что с использованием данных предыдущих исследований позволяет прогнозировать обеспеченность переоцененных запасов и сохранение качественных характеристик минеральных вод на расчетный срок эксплуатации (25 лет).

3. Задание по переоценке запасов подземных термальных рассольных йодо-бромных, борных минеральных вод Южноманасского участка выполнено полностью в сроки, установленные Геологическим (Техническим) заданием.

#### **Литература**

1. Добродородный Н.Н. Отчет о предварительной разведке минеральных вод для курортов на Манасском и Туралинском взморьях Даг. АССР в 1986-1989 гг. – Махачкала, ДГРЭ, 1989. - 183 с.
2. Потапов Е.Г, Сулейманов В.К, Курбанисмаилова А.С. Отчет о переоценке запасов минеральных вод для бальнеологических целей Южноманасского участка (скважина 9-т) Манас-Туралинского месторождения в Карабудахкентском районе Республики Дагестан РФ. ООО "Геология-Поиск". 2017 г. – 112 с.
3. Маммаев О.А. Геохимические критерии формирования и генезиса термоминеральных вод мезокайнозойских отложений Восточного Предкавказья. – Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН, № 49, 2003. – С. 97-104.

4. Курбанов М.К. Гидрогеологическая и газогеохимическая зональность подземных вод Дагестана. – Махачкала, Даг. ФАН, 1974. – 278 с.
5. Курбанов М.К., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Постоянно действующая гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Южного федерального округа/ Труды Института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 50. Махачкала 2006. С. 143-147.
6. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мамаев С.А., Идрисов И.А. Геоинформационная система – «Почвы Дагестана» // Почвенный покров – национальное достояние народа. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 61. Махачкала, 2012. С. 207-211.
7. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 73-75.
8. Черкашин В.И., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Маммаев А.О. Создание информационных электронных гидрогеологических карт с применением современных гис-технологий, мониторинг и анализ геоданных // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2003. № 49. С. 85-93.
9. Мамаев С.А., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. О принципах математического моделирования гидрогеологических объектов на территории Республики Дагестан // В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 383-392.
10. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Мамаева А.С. Разработка геоинформационной системы для нефтяных скважин Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2007. № 51. С. 194-199.
11. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Моделирование в геологии на основе картографирования // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 159-162.
12. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш. Электронная база данных артезианских скважин Республики Дагестан // В книге: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии северного кавказа. Керимов И.А., Заалишвили В.Б., Черкашин В.И., Абайханов У.И., Агаларов А.М., Айдамирова З.Г., Аксенов Е.М., Алахвердиев Ф.Д., Алиев И.А., Алишаев М.Г., Антонов В.А., Арютина В.П., Асманов О.А., Афанасьева Н.И., Ахманов Г.Г., Ахмиева Р.Б., Ащепкова Е.А., Байраков И.А., Бакраев М.М., Банкурова Р.У. и др. Грозный, 2017. С. 330-339.
13. Мамаев S.A., Zalibekova M.Z., Balamirzoev M.A. features of soil cartography in conditions of an arid climatic regime // Arid Ecosystems. 2015. Т. 5. № 1. С. 14-17.
14. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш. ГИС-технологии и их применение при составлении электронных карт // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 66. С. 279-283.
15. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Юсупов А.Р., Курбанисмаилова А.С. Применение электронных баз данных в геологических исследованиях // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 67. С. 309-315.

УДК 551.434:551.248.1 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-38-44

## НЕПТУНИЗМ-ПЛУТОНИЗМ

*Мацапулин В.У.**Институт геологии ДНЦ РАН*

Отмечено, что в современных исследованиях сохранились дискуссии непунизм-плутонизм, несмотря на то, что они возникли на заре становления геологии как науки. Приведены примеры подобных дискуссий по материалам, публикациям сотрудников Института геологии.

*Ключевые слова:* непунизм, плутонизм, дискуссии, конгломераты, кварцевая галька, карбонатные корочки, гидротермально-эксплозивные процессы.

## NEPTUNISM-PLUTONISM

*Matsapulin V.U.**Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

It is noted that in modern researches the neptunism-plutonism discussions have remained, in spite of the fact that they have arisen at the beginning of formation of geology as a science. Examples of similar discussions on materials, publications of employees of Institute of geology are given.

*Keywords:* neptunism, plutonism, discussions, conglomerates, quartz pebbles, carbonate crusts, hydrothermal-explosive processes.

Плутонизм это от Плутона – имя древнегреческого бога подземного царства. Нептунизм – от Нептуна – древнегреческого имени бога морей Нептуна. На заре становления геологии как науки существовали направления с подобными названиями. Первые – это были приверженцы объяснения всех процессов на Земле за счет подземных сил (магматизм, вулканизм и т.д.). Вторые – это были приверженцы происхождения всех процессов в геологии за счет функционирования морей, океанов.

Казалось бы, эти процессы с высоты нашего времени настолько различные, что их никак нельзя спутать. Но, тем не менее, это происходит и поныне. Правда называется они по-другому – первые – это эндогенные процессы, возникшие за счет внутриземной энергии (магматизм, вулканизм, гидротермальные процессы, метаморфизм). Вторые – это экзогенные процессы, возникшие за счет энергии солнца (осадочные образования, за счет деятельности вод), химические, биологические процессы на земной поверхности и др.

Противостояние указанных процессов зачастую проявляются и в работах сотрудников нашего института. На некоторых характерных примерах далее я и останавливаюсь.

В моей диссертации кандидата г-м. н., написанной по Курушскому рудному полю (Дагестан), одной из основных опорных точек явился фактический материал геолого-съёмочных работ по скважине № 18, пройденной по продольному профилю долины р. Рагданчай. Профиль скважин был задан с целью подсечь оруденение тонких кварцевых прожилков, неравномерно проявленных в левом борту долины в песчаниках верхнего тоара, ногабская свита, нижняя юра. Визуально, в прожилках я не встретил сульфидной полиметаллической минерализации. И только в устье долины, в толще конгломератов (m – до 8 м) я увидел два карбонатных прожилка: один мощностью до 4-5 см, по протяженности до 0,4-0,5 м и второй – незначительный по размеру прожилков без видимой сульфидной минерализации. В то же время по этим конгломератам с поверхности пройдена канава и породы опробованы на полиметаллы. Оказалось, что металлоносность прослежена по всей толще конгломератов. Как это могло произойти? Отмеченная прожилковая минерализация никак не могла обеспечить установленную металлоносность. Я детально изучал эту толщу конгломератов по их проявлениям в рудном поле. Они

опоясывают выделенную здесь антиклиналь в междуречье Рагданчай-Усучай. Большой интерес, конечно, вызвало их обнажение в устье р. Рагданчая. Здесь конгломераты отмечены в самом низком гипсометрическом положении из всех отмеченных их выходов. В этом сечении отмечены рудокласты полиметаллических руд размером до 3-4 см. Это были руды сфалеритовые, пирит-сфалеритовые, колчеданные (пиритовые), отмечены обломки кислых магматических пород, кварцевая галька хорошо окатанная, редко отмечена галька кварца со сфалеритом, встречены единичные кристаллы горного хрусталя в виде дипирамиды совершенно неокатанные. В основании кристаллов установлено незначительные выделения сфалерита, галенита, скрепленных гидроокислами железа. Естественно, возникло представление, что металлоносность, установленная при опробовании конгломератов, обусловлена обломками сульфидной руды.

Скважина № 18 задавалась под углом к пласту конгломератов, залегающему почти вертикально, с целью подсесть металлоносную зону, приуроченную к нему. Но скважина метров 10 прошла по пустым породам, дошла до конгломератов и углубилась по ним по простиранию до 100 метров. Проведенное опробование показало, что конгломераты на всем протяжении металлоносны. Более того, с глубиной металлоносность увеличивается. На 100 метровой глубине (на которой скважина не выйдя из конгломератов, остановлена) суммарная величина содержания полиметаллов (Pb+Zn) составляет 0,9 %. А на поверхности по канаве металлоносность составила 0,4 %. Описаний пород по скважинам я не нашел. Но, видимо, съемщики приписали металлоносность прожилковой минерализации, которая показана по профилю, и на этом успокоились. На самом же деле, скважину нужно было забраковать, так как она прошла по простиранию конгломератов до 100 м. И перебурить так, чтобы она пересекала толщу конгломератов и ее забой вышел бы из зоны металлоносности на нулевое содержание полиметаллов и пройти по пустым породам 2-3 м.

Сложившуюся ситуацию я оценил следующим образом. Металлоносность обусловлена рудными обломками, количество которых увеличивается с глубиной, при подходе скважины к рудному телу, которое размывалось в прибрежно-морских условиях при формировании разреза в этом месте Курушского рудного поля. Т.е. я объяснил всю эту ситуацию экзогенными процессами, в отличие от съемщиков – считавших это проявление эндогенным. Это, совместно с другими данными, позволило мне убедить в правдоподобности представленной модели, Дагестанскую геологическую экспедицию, Северо-Кавказское геологическое управление, ученый совет КИМСа г. Тбилиси и защитить диссертацию к. г.-м. н.

Но злосключения с конгломератами не закончились. И в наши дни [3], вопрос о конгломератах решается совсем по-другому. На основании наличия в них хорошо окатанной кварцевой гальки считают, что материал конгломератов перенесен с юго-запада на северо-восток. Я считаю, что авторы не рассмотрели все факты по конгломератам, делают выводы только на основании находок окатанной гальки, в то время как имеется целый ряд фактов, свидетельствующих об их образовании на месте. Это можно найти в моей диссертации, диссертации д. г.-м.н. В.И. Черкашина, в монографии, написанной совместно с В.И. Черкашиным и отдельных статьях по Курушскому рудному полю.

Спрашивается, зачем переделывать эти взгляды, когда они геологически обоснованы и имеют практическое значение. Авторы [3] не привели ни одного доказательства опровергающего наши представления.

Хорошо окатанная кварцевая галька в моей научно-производственной деятельности встречается дважды. Во время работы на Чукотке мы разведывали крупнейшую в округе золотоносную россыпь р. Рывеем, которая по долине реки выходила на приморскую низменность Чукотского моря. А на приморской низменности в золотоносном приплотиковом пласте появилась морская фауна и хорошо окатанная кварцевая галька, аналогичная гальке Курушского рудного поля. Геоморфологи в один голос объявили, что это прибрежно-морская, морская рос-

сыпь и т.д. Откуда следовала практическая ценность сделанного открытия – все побережье Центральной Чукотки изобилует прибрежно-морскими россыпями. От такой перспективы не удержалось и высокое начальство из геологического управления. Последовали публикации, выступления на совещаниях, конференциях. Но эти первооткрыватели не принимали во внимание такого факта – золото в пластах было совершенно не окатанное, рудного облика по терминологии россыпников. Это давало нам основание утверждать, что здесь золото аллювиальной россыпи, слабо подверглось флювиальной обработке. Трудно представить себе, что рыхлые отложения золотоносного пласта с россыпным золотом и кварцевой галькой подверглись волновой обработке в прибрежных условиях. При этом кварц (твердость – 7) преобразовался до хорошо окатанной округлой гальки, а золото (твердость – 2) не окаталось.

Чтобы не вдаваться в подробности дискуссий, отметим, что позже проведенные геоморфологические исследования (МГУ) показали, что эта была россыпь аллювиальная, долинная, вышедшая в пределы приморской низменности. Впоследствии при трансгрессии моря золотоносные пласты были покрыты морскими осадками с фауной и хорошо окатанной кварцевой галькой. Геоморфологи в пылу дискуссий забыли о коренных источниках золота.

Ярым сторонником нептунистов в нашем институте был покойный ныне Н.К. Паливода. Второй пример современных дискуссий нептунизм – плутонизм.

В дюне Сары-Кум, в пройденных здесь песчаных карьерах на право- и левобережье р. Шура-Озень, установлены карбонатные корочки, которые представляют собой маломощные пластинки (1,5-2 см) единичные или сгруппированные в виде пластов мощностью до 1,5 м (рис. 1,2,3).



**Рис. 1. Пласт карбонатных корочек (1,5 м) в золотых песках восточного Сары-Кума, южная часть карьера. В верхней части пласта видно восточное ограничение, срезающее пласт корочек наискось**





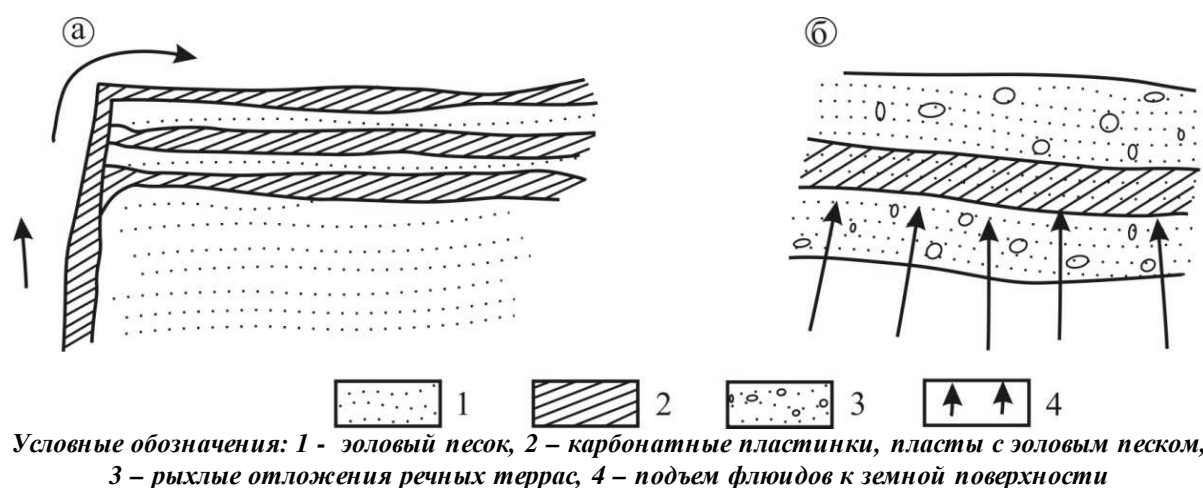
*Рис. 2. Разнонаправленная перемежающаяся четко выраженная золовая слоистость в песках карьера западного Сары-Кума*



*Рис. 3. Разнонаправленная, перемежающаяся золовая слоистость в песках восточного Сары-Кума с карбонатными корочками, внизу их обломки, средняя часть карьера*

Так в эоловых песках на правом берегу отмечается пласт корочек мощностью до 1,5 м, сложенный пластинками (1,5-2,0 см) переслаивающимися рыхлым эоловым песком. Такой же пласт отмечен на перемычке между песчаными карьерами на правом берегу (рис. 1,2).

Примерно в середине карьера отмечено проявление корочек, залегающих согласно с эоловой перемежающейся слоистостью (рис. 3). При детальном рассмотрении карбонатная корочка представляет собой пластинку сложенную эоловым песком, пропитанным карбонатным материалом (вероятно, коллоидным карбонатным раствором). В пластинке нижняя часть – шероховатая с отпечатками песка, на который попала жидкость (флюид), а верхняя часть – гладкая, представлена криптозернистым карбонатом. Т.е. мы можем говорить, что корочки имеют ориентировку «верх-низ» возникшую при их образовании. Их рост происходил снизу-вверх (рис. 4а).



**Рис. 4. Способы образования корочек**

По-иному не объяснишь. Пласты корочек имеют естественное восточное окончание в виде утолщенного ограничения проникающего на глубину (рис. 1), расположенного под острым углом к пластам корочек. Считаем, что это канал поступления флюидов с глубины.

Характеристика морфологии корочек и пластов позволяет нам утверждать, что они образовались выпадением растворов – флюидов сверху вниз. Они формировались на ограниченной территории в эоловых песках дюны Сары-Кум. Равномерное чередование карбонатных пластинок обуславливает необходимость наличия таких же равномерно происходящих геологических процессов. Таковыми являются гейзеры при образовании вулканогенных проявлений (примером которых является долина гейзеров на Камчатке). В них происходит ритмичный выброс флюидов через равные промежутки времени.

Предполагаю наличие гейзеров обосновано. Потому что на территории граничащей с дюной нами выделены гидротермально-эксплозивные образования в долинах рек Истисув, Шура-Озень и на Буйнакском перевале (через хребет Нарат-Тюбе). Кроме гидротермально-эксплозивных процессов на территории Дагестана отмечаются вулканогенно-осадочные, вулканокластические [6]. Вероятно, вулканогенные процессы участвовали в формировании дюны Сары-Кум. Какую роль они сыграли при этом? Возможно и ведущую, нужны дальнейшие исследования. Это представления плутонистов.

Оппоненты [1,2,4] не признают наличия позднекайнозойского вулканизма на территории Дагестана. Одни из них в своих работах даже не упоминают карбонатных корочек, считая их незначительным проявлением диагенетических процессов в эоловых песках. Ставят себе в заслугу то, что игнорируют факт наличия карбонатных корочек. С этим нельзя согласиться хотя бы потому, что мощность пластов корочек составляет до 4-х процентов мощности эоловых

песков на правом берегу р. Шура-Озень. Пренебрегать такой мощностью отложений, являющихся своеобразным маркирующим горизонтом в однообразной толще эоловых песков в научной дискуссии – это уходить от неприятных фактов. А ведь гипотеза образования геологического тела (в нашем случае дюны) должна объединять и объяснять все факты независимо от того нравятся они или нет.

Образование корочек оппоненты объясняют подъемом подпочвенными водами различных солей (карбонатов, сульфатов, аморфного кремнезема и др.) в аридных зонах. В последних земная кора прогревается, вода поднимается вверх и на определенных горизонтах откладывает растворенные соли, образуя корочки различного состава [7]. Такие корочки отмечают в своих работах [4] и оппоненты в рыхлых отложениях террас долин рек Самур, Акташ. Рост этих корочек происходит только сверху вниз. Вероятно, их можно встретить и в других террасах долин или на приморской низменности. На участках, сложенных песчано-глинистыми породами, в трещиноватых зонах также отмечают налеты солей. Иногда их называют солевыми «выцветами». Некоторые исследователи принимают их за вулканические пеплы. Описанные образования не имеют ничего общего с корочками, отмеченными на дюне Сары-Кум [5].

Из приведенных рисунков 4а видно, что корочки дюны Сары-Кум никак не могут образоваться по способу, приведенному на рисунке 4б. Следуя тому или иному способу формирования корочек (плутонизм-нептунизм), привлекая и другие факты, исследователи крайне расходятся в мнениях по образованию дюны Сары-Кум.

Следующий момент дискуссий Нептун-Плутон связан с позднекайнозойским вулканизмом Дагестана. Работы по этой теме ведутся с 2006 года, когда в центральном Дагестане были установлены вулканические пеплы. До настоящего времени одни исследователи обоснованно признают наличие вулканизма, другие не признают его без каких-либо причин, но при этом не приводят обоснованных аргументов ни в публикациях, ни в устной форме.

Одним из таковых моментов являются обсуждение проявления гидротермально-эксплозивного образования нового песчаного карьера Буглен. Здесь в южном борту карьера отмечаются выходы эксплозивной структуры – дробленный песчаник белого цвета, мощностью до 40 м, высота до 20 м (не полностью вскрытая) западная часть этого тела представлена инъекционными пластами глинистых, песчано-глинистых отложений кварцевой тонкопрожилковой минерализацией в песчаниках, это обнажение представлено на рис. 5,6.



*Рис. 5. Гидротермально-эксплозивное проявление в песчаниках.  
Бугленский песчаный карьер (40×20 м)*



*Условные обозначения: 1- почвенно-растительный слой, 2 – песчанистые рыхлые отложения пропитанные гидрооксидами Fe, 3 – светлые глинистые породы, 4 – песчанистые породы, 5 – светлые глинистые породы, 6 – глины зеленоватого цвета, 7- ожелезненные песчанистые породы, 8 – тонкослоистые песчаники интенсивно трещиноватые, трещины заполнены белым рыхлым кварцевым материалом – дробленным песком.*

**Рис. 6.** Буглен, новый песчаный карьер, южная стенка карьера

Кварцевые прожилки – это инъекционные тела дробленого песка. По рисунку 6 совершенно ясно видно, что это проявление наложенное на осадочные породы (песчаники) независимо от генезиса. Но оппоненты утверждают, что это дельтовые осадки, т.е. осадочные породы, образовавшиеся в дельтовых условиях. Что можно сказать на это? Ведь здесь явно наложенные процессы.

Мы привели в этой статье некоторые моменты дискуссий при этом не ставили целей доказать что-то или опровергнуть. Мы не привели фамилии оппонентов, которые высказывались устно, приведены только авторы публикаций. Дискуссии – двигатель в научных исследованиях, но только нужны настоящие дискуссии, аргументированные, тогда будет от них толк.

### Литература

1. Гусаров А.В. Гипотезы происхождения песков эолово-аккумулятивного комплекса «Сарыкум» как уникального природного объекта России. Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Вып. 9. Аlerph, Махачкала. 2014. С. 6-28.
2. Гусаров А.В. Эолово-аккумулятивный комплекс «Сарыкум» как уникальный геоморфологический объект России: история изучения, гипотезы происхождения //Геоморфология. 2015. №2. С. 54-71.
3. Гусейханов С.М., Юсупов А.Р., Абдуллаев М.Ш., Черкашин В.И. Геологическое строение юго-восточной части Горного Дагестана. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып. 66. 2016. С.34-40.
4. Идрисов И.А. О структуре рельефа юго-запада Прикаспийской низменности // Аридные экосистемы. М.: 2013. Т. 19, №1 (54). С. 36-43.
5. Мацапулин В.У., Тульшева Е.В., Хлопкова М.В. О направлениях решения вопросов происхождения дюны Сарыкума //Юг России: экология, развитие. 2017. Махачкала. С. 82-90
6. Мацапулин В.У., Е.В. Тульшева, С.И. Исаков, А.Р. Юсупов Разломы, вмещающие проявления вулканических пеплов и измененных пород связанных с ними, в позднекайнозойских отложениях Дагестана //XIX научно-практическая конференция с международным участием посвященной памяти выдающегося геофизика Ю.К. Щукина «Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние проблемы». Москва, 2014. С. 87-91.
7. Федорович Б.А. Аридная морфоскульптура СССР. В сб. Морфорскульптура и экзогенные процессы на территории СССР. М.: 1975. С. 112-171.

УДК 55.556

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-45-49

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ НА ВОДОЗАБОРАХ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ  
ВОД ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ МЕНЕЕ 100 м<sup>3</sup>/сут.

Сулейманов В.К., Мамаев А.С.

Институт геологии ДНЦ РАН

Рассмотрены вопросы эксплуатации участков недр подземных вод водозаборами менее 100 м<sup>3</sup>/сут. Обоснована необходимость проведения гидрогеологических исследований на таких водозаборах для определения режима эксплуатации скважины и охраны подземных вод от истощения.

*Ключевые слова:* скважина, подземные воды, водоотбор, оценка, запасы, недропользователь, качество, количество, мониторинг.

TO THE QUESTION OF ESTIMATION OF RESERVES ON THE ATLINE OF FRESH  
UNDERGROUND WATER WITH A PRODUCTIVITY OF LESS THAN 100 m<sup>3</sup> / day.

Suleymanov V.K., Mamaev A.S.

*Institute of Geology Dagestan Scientific Center Russian Academy of Sciences*

The questions of subsurface subsurface exploitation by water intakes of less than 100 m<sup>3</sup>/day are considered. The necessity of hydrogeological studies on such water intakes to determine the mode of operation of the well and the protection of groundwater from depletion.

*Keywords:* well, underground water, water abstraction, evaluation, stocks, subsoil, quality, quantity, monitoring.

Подземные воды являются одним из специфических видов полезных ископаемых, важным ресурсом жизнеобеспечения, развития промышленности и сельского хозяйства. Основными преимуществами использования подземных вод для питьевого и хозяйственного назначения являются высокая степень защищенности от атмосферного и наземного загрязнения, стабильность эксплуатационных запасов и качества воды в течение года и в многолетнем разрезе, возможность создания надежной охраны водозаборов, в том числе и при чрезвычайных ситуациях (наводнениях, засухе).

В условиях нарастающего ухудшения качества поверхностных вод использование подземных вод имеет ряд преимуществ, обусловленных их большой устойчивостью к воздействию климатических факторов, защищенностью от загрязнения, относительной стабильностью качества и количества во времени, отсутствием в большинстве случаев необходимости водоподготовки и сезонных ограничений в их использовании и др. В тоже время увеличение нагрузки на подземную гидросферу может привести и приводит к загрязнению и истощению подземных вод, может вызвать изменения других компонентов природной среды (ландшафтов, поверхностных вод и др.) и может являться причиной возникновения или активизации негативных экзогенных процессов.

Геологическое изучение и добыча подземных вод регулируется законодательством о недрах.

В соответствии со ст. 2.3 закона «О недрах», участки недр, содержащие подземные воды, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 500 кубических метров в сутки, отнесены к участкам недр местного значения [1].

В соответствии с п. 7 ст. 4 закона «О недрах», предоставление права пользования участками недр местного значения относится к полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации [1].

Это означает, что функции распорядителя недр для участков с объемом добычи пресных подземных вод менее 500 м<sup>3</sup>/сут. переданы с федерального уровня на региональный и теперь за выдачу лицензий на пользование недрами с целью геологического изучения участка недр для водоснабжения или с целью добычи подземных вод должны быть ответственны органы природопользования регионального уровня. Так, например, в субъекте РФ Республика Дагестан, это – Министерство природных ресурсов и экологии РД.

В соответствии с частями первая и вторая статьи 29 закона «О недрах» «В целях создания условий для рационального комплексного использования недр, определения платы за пользование недрами, границ участков недр, предоставляемых в пользование, запасы полезных ископаемых разведанных месторождений подлежат государственной экспертизе, за исключением запасов подземных вод на участках недр местного значения, предоставляемых для добычи подземных вод, которые используются для целей питьевого водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 100 кубических метров в сутки.

Предоставление недр в пользование для добычи полезных ископаемых разрешается только после проведения государственной экспертизы их запасов, за исключением запасов подземных вод на участках недр местного значения, предоставляемых для добычи подземных вод, которые используются для целей питьевого водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 100 кубических метров в сутки» [1].

Также в законе «О недрах» отменено требование разработки и утверждения проектов для участков недр с объемом добычи подземных вод менее 100 м<sup>3</sup>/сут.

Таким образом, требования об обязательном проведении процедуры государственной экспертизы запасов подземных вод, подготовки, согласования и утверждении проектов разработки для участков водозаборов с объемом добычи менее 100 м<sup>3</sup>/сут отменены.

Отмена обязательной государственной экспертизы запасов подземных вод – это, безусловно, серьезное послабление для водопользователей, эксплуатирующих скважины для водоснабжения небольших предприятий и организаций, баз отдыха, детских лагерей.

Но и вместе с тем это не означает, что не нужно выполнять комплекс мероприятий по геологическому изучению недр участка, где находится источник водоснабжения.

Представим себе, что на некоторой территории осуществляют добычу подземных вод несколько недропользователей, где находится несколько водозаборных скважин. Необходимо распределить лимиты на добычу подземной питьевой воды, пробуренных на тот же или смежный водоносные горизонты. При этом при появлении нового подземного водозабора необходимо учесть интересы тех недропользователей, кто уже давно эксплуатирует свою скважину.

Возникает вопрос: каким же образом распределить между недропользователями уровни добычи и, чтобы при длительной эксплуатации и бурении дополнительных скважин не пострадал качественный и количественный состав воды, добываемой из водоносного горизонта. Именно для этого и требуются результаты геологической и гидрогеологической экспертизы недр участка и мониторинга работы водозаборного сооружения для чего необходимо, как указано выше, выполнить комплекс работ по гидрогеологическому изучению недр.

Важнейшим при эксплуатации водозаборов является изменение состояния подземных вод, связанных с их отбором [2]. Эти изменения происходят в двух основных направлениях:

1. Изменение структуры потока, условий и величины питания и разгрузки (баланса) подземных вод вследствие понижения их уровня;
2. Изменение качества подземных вод.

Изменение условий питания и разгрузки находит свое отражение в режиме подземных вод. В процессе эксплуатации происходит снижение уровней (напоров) подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов. При этом также могут происходить изменения в смежных,

неэксплуатируемых водоносных горизонтах, в том числе и в первом от поверхности. В процессе эксплуатации происходит перестройка гидродинамической структуры водоносного горизонта, проявляющегося в изменении потока и в этой связи изменение качества подземных вод. Качество пресных подземных вод оценивается по его соответствию СанПиН 2.1.4.1074-01[4].

В связи с различным характером проявления процессов изменения в состоянии подземных вод на участке недр важнейшим становится режим эксплуатации подземного водозабора и проведение объектного мониторинга.

Изучение режима подземных вод является одной из составляющих частей в общем комплексе гидрогеологических исследований, проводимых для оценки перспектив использования подземных вод для различных целей в целом, в том числе для оценки их эксплуатационных запасов [3].

Для того, чтобы определить режим эксплуатации того или иного водозаборного сооружения, на нем должны быть проведены, хотя бы, в минимальном объеме специальные гидрогеологические исследования, включающие проведение опытно-фильтрационных работ и отбор проб для проведения лабораторных исследований подземных вод, позволяющие определить параметры эксплуатационного пласта и оценить обеспеченность эксплуатационных запасов подземных вод прогнозными ресурсами. Проведение комплекса работ необходимо для расчета гидрогеологически обоснованных параметров водоносного горизонта и обоснования режима работы скважины. Объем работ может зависеть от конкретных гидрогеологических условий участка недр.

Для сбора информации, оценки и прогнозирования пространственно-временных изменений состояния подземных вод в процессе эксплуатации на водозаборе в обязательном порядке должен быть организован мониторинг подземных вод, который должен включать в себя проведение режимных наблюдений за объемом добычи подземных вод, положением уровня подземных вод в водозаборной скважине и регулярный отбор проб для выполнения бактериологического, химического и радиологического исследования воды.

Для выполнения режимных наблюдений каждая водозаборная скважина должна иметь соответствующее техническое оснащение.

По результатам режимных наблюдений вносятся изменения в режим эксплуатации скважины.

Основной смысл процедуры оценки запасов питьевых подземных вод заключается в определении количества воды, которое можно получать ежедневно в течение 25 лет (как правило) по целевому назначению (природного качества без водоподготовки или с последующей водоподготовкой), а также определение возможной расчетной производительности геологически обоснованных водозаборных сооружений (проектных или действующих, в том числе подлежащих реконструкции) при заданных режиме и условиях эксплуатации, а также качестве воды, удовлетворяющем требованиям ее использования по соответствующему целевому назначению в течение расчетного срока эксплуатации и с учетом природоохранных требований и ограничений.

Необходимо отметить, что во многих случаях эта задача может быть успешно решена по данным мониторинга подземных вод, выполняемого недропользователями в соответствии с условиями лицензионных соглашений [5-18].

#### **Выводы:**

1. На водозаборах с объемом отбора подземных вод менее 100 м<sup>3</sup>/сут необходимо выполнить, хотя бы, минимальный объем специальных гидрогеологических исследований, позволяющие определить гидрогеологически обоснованные параметры эксплуатационного водоносного горизонта и оценить обеспеченность эксплуатационных запасов подземных вод прогнозными ресурсами.

2. На основе рассчитанных гидрогеологических параметров установить режим эксплуатации скважин, в целях защиты подземных вод от преждевременного истощения и деградации.

3. Вести постоянный мониторинг подземных вод на скважине для контроля режима эксплуатации скважины.

### Литература

1. Закон РФ от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 03.08.2018) "О недрах".
2. Боровский Б.В., Язвин Л.С. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод. Москва, 1998г С.2.
3. Ковалевский В.С. Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией. М.Недра, 1986г.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М., 2001.
5. Потапов Е.Г, Сулейманов В.К, Курбанисмаилова А.С. Отчет о переоценке запасов минеральных вод для бальнеологических целей Южноманасского участка (скважина 9-т) Манас-Туралинского месторождения в Карабудахкентском районе Республики Дагестан РФ. ООО "Геология-Поиск". 2017 г. – 112 с.
6. Маммаев О.А. Геохимические критерии формирования и генезиса термоминеральных вод мезокайнозойских отложений Восточного Предкавказья. – Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН, № 49, 2003. – С. 97-104.
7. Курбанов М.К. Гидрогеологическая и газогеохимическая зональность подземных вод Дагестана. – Махачкала, Даг. ФАН, 1974. – 278 с.
8. Курбанов М.К., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Постоянно действующая гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна //Геология и минерально-сырьевые ресурсы Южного федерального округа/ Труды Института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 50. Махачкала 2006. С. 143-147.
9. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мамаев С.А., Идрисов И.А. Геоинформационная система – «Почвы Дагестана» //Почвенный покров–национальное достояние народа. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 61. Махачкала, 2012. С. 207-211.
10. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 73-75.
11. Черкашин В.И., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Маммаев А.О. Создание информационных электронных гидрогеологических карт с применением современных гис-технологий, мониторинг и анализ геоданных //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2003. № 49. С. 85-93.
12. Мамаев С.А., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. О принципах математического моделирования гидрогеологических объектов на территории Республики Дагестан //В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 383-392.
13. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Мамаева А.С. Разработка геоинформационной системы для нефтяных скважин Дагестана //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2007. № 51. С. 194-199.
14. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Моделирование в геологии на основе картографирования // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 159-162.
15. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш. Электронная база данных артезианских скважин Республики Дагестан //В книге: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии северного кавказа. Керимов И.А., Заалишвили В.Б., Черкашин В.И., Абайханов У.И., Агаларов А.М., Айдамирова З.Г., Аксенов Е.М., Алахвердиев Ф.Д., Алиев И.А., Алишаев М.Г., Антонов В.А., Арютина В.П., Асманов О.А., Афанасьева Н.И., Ахманов Г.Г., Ахмиева Р.Б., Ащепкова Е.А., Байраков И.А., Бакраев М.М., Банкурова Р.У. и др. Грозный, 2017. С. 330-339.



16. Mamaev S.A., Zalibekova M.Z., Balamirzoev M.A. features of soil cartography in conditions of an arid climatic regime // *Arid Ecosystems*. 2015. Т. 5. № 1. С. 14-17.
17. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш. ГИС-технологии и их применение при составлении электронных карт // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2016. № 66. С. 279-283.
18. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Юсупов А.Р., Курбанисмаилова А.С. Применение электронных баз данных в геологических исследованиях // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2016. № 67. С. 309-315.
19. Мамаев С.А., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. О принципах математического моделирования гидрогеологических объектов на территории республики дагестан // В сборнике: *Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа* Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 383-392.
20. Дибиров Д.А., Мамаев С.А., Омаров К.М. Формирования и размещение залежей углеводородов как результат развития гидрогеодинамических систем (на примере территории восточного предкавказья) // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2002. № 48. С. 38-40.

УДК 550.8.053

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-50-54

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОДОНОСНЫХ ПЕСКОВ

*Кондаков В.М., Кондакова Н.В.**Институт геологии ДНЦ РАН*

В работе предлагаются два метода уточнения и определения коэффициентов водопроницаемости: 1. по одиночной скважине с известным дебитом и понижением; 2. по одиночной скважине по аналогии с гранулометрическим составом опробованных ранее скважин кустовыми откачками. Выведены уравнения регрессии для более достоверных гидрогеологических параметров и показана корреляционная связь.

*Ключевые слова:* коэффициент водопроницаемости, коэффициент фильтрации, корреляция, уравнение регрессии

## INTERPRETATION OF FILTRATION PROPERTIES OF AQUEAL SANDS

*Kondakov V.M., Kondakova N.V.**Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

The paper proposes two methods of refinement and determination of the coefficients of conduction: 1. for a single well with a known flow rate and decrease; 2. on a single well by analogy with the granulometric composition of previously tested well cluster pumpings. Regression equations are derived for more reliable hydrogeological parameters and correlation is shown.

*Keywords:* coefficient of conduction, coefficient of filtration, correlation, regression equation

На равнинной территории Дагестана при проведении детальной разведки подземных вод для целей оазисного орошения [1], а также инженерно-геологической съемки [2] было проведено более 20 опытных кустовых откачек (ОКО). Были опробованы полностью или частично эффективные мощности хазаро-хвалынского, бакинского и верхнеапшеронского водоносных комплексов (ВК), а также их гранулометрический состав. Также опытные кустовые откачки с определением гранулометрического состава водоносных пород были проведены по программе ПНИИС по защите г. Каспийска от подтопления [3] в связи с подъемом уровня Каспийского моря в 1994-1995 гг.

Общепринято [4], что достоверные гидрогеологические параметры (ГП) могут быть получены при производстве ОКО, допустимая погрешность которых составляет до 10-20%. Проведение данных работ сопряжено с их большой стоимостью. Так, затраты при проведении опытной кустовой откачки определяются: бурением и оборудованием 3 скважин на водоносный горизонт; оборудованием эрлифта в центральной скважине и проведением самой откачки в течение 2-4 суток до наступления квазистационарного режима (по данным наблюдений за уровнями подземных вод). На площади Северо-Дагестанского артезианского бассейна [5-14] водоносные горизонты представлены в основном мелко – и тонкозернистыми песками, особенно в восточной части.

При решении прикладных задач, определения подтопляемости территории, предварительных расчетов по прогнозно-эксплуатационным ресурсам подземных вод, предлагаются 2 метода определения гидрогеологических параметров при наименьших затратах, с учетом нарабатанного материала.

По данным ОКО (табл.1) была определена зависимость коэффициентов водопроницаемости (КВ), определенных графоаналитическим методом (Тейса-Джейкоба) и по формуле Дюпюи для центральной скважины (рис.1). Коэффициент корреляции равен 0,714. Ниже приводится уравнение регрессии:

$$T = 256 + 1,40 * T1, \quad (1)$$

где  $T$  – КВ, определенный графоаналитическим методом Тейса-Джейкоба (по наблюдательным скважинам);  $T1$  – КВ, определенный по формуле Дюпюи для центральной скважины.

В итоге, зная дебиты и понижения водозаборных скважин, можно существенно уточнить гидрогеологические параметры.

Вторым способом определения КВ или коэффициентов фильтрации является интерпретация по аналогии с гранулометрическим составом, опробованных опытными кустовыми откачками, водоносных слоев. В таблице 2 приведен гранулометрический состав водоносных слоев, опробованных ОКО. Аналогично, находится дополнительное приращение КВ для всей эффективной толщи водоносного комплекса (горизонта) в случае ее неполного опробования в вертикальном разрезе.

Значения коэффициентов фильтрации в водонасыщенных песках в зависимости от соотношения мелко- и тонкозернистых фракций показаны на рис. 2. Коэффициент корреляции равен 0,76.

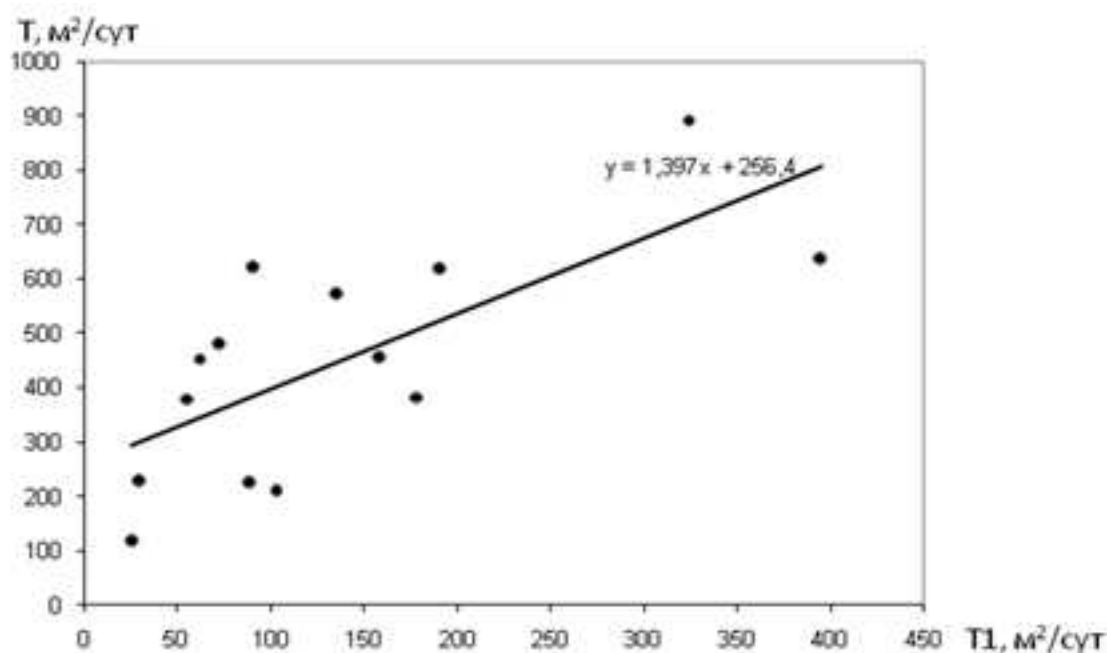


Рис. 1. Зависимость между коэффициентом водопроводимости по методу Тейса-Джейкоба и Дюпюи для центральной скважины.

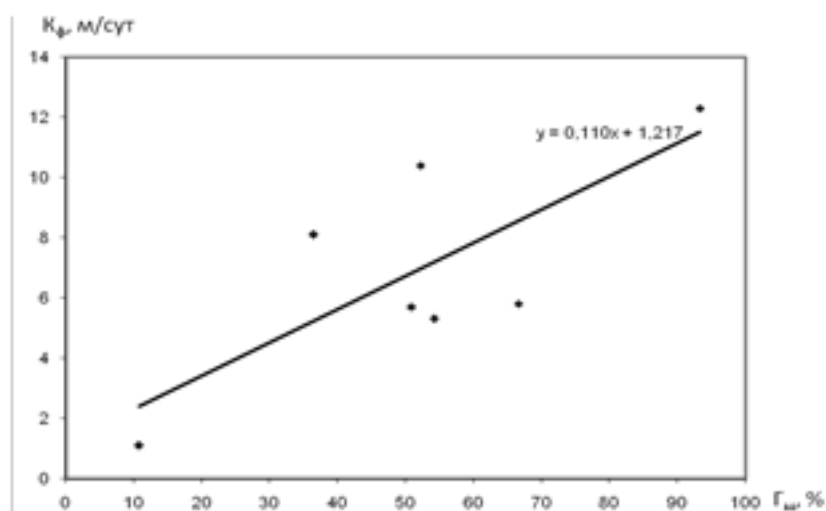


Рис. 2. Зависимость коэффициента фильтрации от соотношения мелкой и тонкозернистой фракций песка.

Несмотря на малое количество опытных парных значений, здесь отмечается прямая связь (2):

$$K_f = 1,22 + 0,11 * \Gamma_m \%, \quad (2)$$

$K_f$  – коэффициент фильтрации, м<sup>2</sup>/сут;  $\Gamma_m$ , % - процентное содержание песка большей частью мелкой и меньшей - средней фракций.

Таблица 1

**К расчету уравнения регрессии по определению более достоверных коэффициентов водопроницаемости**

№.№ Сква.	$k * m$ , м <sup>2</sup> /сут, по методу Тейса-Джейкоба	$k * m$ , м <sup>2</sup> /сут по Дюпюи для центр скв.	Водоносный горизонт	Глубина <u>за-</u> <u>легания</u> (м). эффективная Мощность горизонта, м	Примечание. Местоположение скважины, тип фильтра
737ц	893	324	Q1 b	<u>120-170</u> 35	Терекли-Мектебское месторождение, 1988г. Фильтр -ФКО
744 ц	455	159	N2 <sup>3</sup> ар	<u>240-314</u> 56	Терекли-Мектебское месторождение, 1988г. Фильтр -ФКО
745 ц	383	179	N2 <sup>3</sup> ар	<u>330-400</u> 70	Терекли-Мектебское месторождение, 1988г. Фильтр -ФКО
747 ц	227	30	N2 <sup>3</sup> ар	<u>236-272</u> 36	Терекли-Мектебское месторождение, 1988г. Фильтр -ФКО
751 ц	620	91	N2 <sup>3</sup> ар	<u>264-300</u> 36	Терекли-Мектебское месторождение, 1988г. Фильтр -ФКО
758	572	136	Q1 b	<u>120-236</u> 55	Терекли-Мектебское месторождение, 1988г. Фильтр –кожуховый.
902	380	56	N2 <sup>3</sup> ар	<u>400-470</u> 70	Сел. Бабаюрт. Мониторинг ПВ. Фильтр – сетчатый
39 р	480	73	N2 <sup>3</sup> ар	<u>400-484</u> 84	Кизлярское месторождение 1973г.
42 р	225	89	Q1 b	<u>253-342</u> 87	Кизлярское месторождение 1973г.
93ц	453	62	Q 2-3	<u>46-86</u> 23	Съемка Терекли-Мектебской площади для целей мелиорации, 1988г.
85ц	637	395	Q 2-3	<u>24-35</u> 8	Съемка Терекли-Мектебской площади для целей мелиорации, 1988г.
94ц	208	103	Q 2-3	<u>20-32</u> 12	Съемка Терекли-Мектебской площади для целей мелиорации, 1988г.
100ц	116	26	Q 2-3	<u>46-66</u> 14	Съемка Терекли-Мектебской площади для целей мелиорации, 1988г.
101ц	617	191	Q 2-3	<u>116-133</u> 17	Съемка Терекли-Мектебской площади для целей мелиорации, 1988г.

Таблица 2

**Сравнительная оценка коэффициентов фильтрации водоносных песков  
с их гранулометрическим составом**

№ п/п	Водовмещающие пески	Коэффициенты фильтрации м/сут	Механический состав в %						
			>0,5 мм	0,25-0,5 мм	0,25-0,1 мм	0,05-0,1 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	<0,005 мм
1	Тонко-мелкозернистые (скв.747ц)	5,7	4,2	11,6	35,1	33,1	5,1	5,0	8,9
2	Средне-мелкозернистые (скв.745ц)	5,3	6,2	27,0	21,0	36,3	3,6	2,3	5,1
3	Мелкозернистые (скв.744ц)	8,1	4,1	14,0	18,4	49,1	5,5	4,1	4,1
4	Тонкозернистые (г. Каспийск, скв.31 ц, инт. 3,5-4,2м)	1,1	1,8	2,5	6,5	88,2	0,0	0,5	0,5
5	Средне-мелкозернистые (г. Каспийск, скв.1ц, инт. 1-4м)	12,3	17,0	17,7	58,7	6,6	0,0	0,0	0,0
6	Тонко-мелкозернистые (скв.758)	10,4	0,0	11,5	40,7	34,9	6,0	6,9	0,0
7	Тонко-мелкозернистые (г. Каспийск, скв. 6 ц, инт. 1-13м)	5,8	0,0	6,4	60,2	33,4	0,0	0,0	0,0
8	Тонко-мелкозернистые (скв.743ц, инт.157-208м)	19,0	3,6	21,0	28,2	40,0	4,2	1,6	2,5
9	Среднезернистые (скв.751ц)	21,4	8,5	37,0	23,3	22,5	2,7	1,0	4,4

Примечание: данные скв. 743ц и 751ц в расчет формулы (2) не входят, как с большим содержанием песка средней крупности.

### Выводы

Вышеприведенные приемы по интерпретации гидрогеологических параметров (ГП) позволили на практике составить карты коэффициентов водопроницаемости с целью оценки прогнозно-эксплуатационных ресурсов подземных вод Равнинного Дагестана.

Методика интерпретации ГП может применяться в различных прикладных гидрогеологических и геоэкологических задачах при инженерно-геологических изысканиях.

### Литература

1. Отчет о детальной разведке подземных вод на Терекли-Мектебской площади для целей оазисного орошения за 1986-1989гг. Ответственный исполнитель – С. А. Агаметов. «Дагестангеология», 1990г.
2. Отчет об инженерно-геологической съемке м-ба 1:200000 с доизучением гидрогеологических условий территории Караногайской и Кумской оросительной систем в ДАССР за 1985-1988гг. Ответственный исполнитель – А.М. Абдуллаев. «Дагестангеология», 1988г.
3. Защита г. Каспийска от подтопления в связи с подъемом уровня Каспийского моря (по программе ПНИИИС). Ответственный исполнитель – В.М. Кондаков. «Георесурс-Оптим», 1996г.

4. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Н.Н. Биндеман, Л.С. Язвин. Изд-во «Недра», 1970. 216 с.
5. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. ИГ ДНЦ РАН. Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1969г, 92с.
6. Потапов Е.Г, Сулейманов В.К, Курбанисмаилова А.С. Отчет о переоценке запасов минеральных вод для бальнеологических целей Южноманасского участка (скважина 9-т) Манас-Туралинского месторождения в Карабудахкентском районе Республики Дагестан РФ. ООО "Геология-Поиск". 2017 г. – 112 с.
7. Курбанов М.К., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. постоянно действующая гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2006. № 50. С. 143-147.
8. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 73-75.
9. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мамаев С.А., Идрисов И.А. Геоинформационная система – "Почвы Дагестана" //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2012. № 61. С. 207-211.
10. Черкашин В.И., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Маммаев А.О. Создание информационных электронных гидрогеологических карт с применением современных гис-технологий, мониторинг и анализ геоданных //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2003. № 49. С. 85-93
11. Ибаев Ж.Г., Мамаев С.А. Общие принципы разработки постоянно действующей гидрогеолого-математической модели терско-кумского артезианского бассейна //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 260-264.
12. Мамаев С.А., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. О принципах математического моделирования гидрогеологических объектов на территории Республики Дагестан //В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 383-392.
13. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Мамаева А.С. Разработка геоинформационной системы для нефтяных скважин дагестана //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2007. № 51. С. 194-199.
14. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Моделирование в геологии на основе картографирования //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 159-162.

УДК 55.556

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-55-59

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ВОД ДАГЕСТАНА

*Абдулганиева Т.И., Самедов Ш.Г., Мамаев С.А., Курбанисмаилова А.С.*

*Институт геологии ДНЦ РАН*

В статье рассматриваются вопросы крайне неравномерного распределения поверхностного стока, как по территории, так и в течение года, вопросы, связанные с санитарным состоянием поверхностных вод, значительную опасность для водных объектов представляет рассредоточенный сток с богарных (неорошаемых) сельскохозяйственных угодий, который также может быть загрязнен ядохимикатами и минеральными удобрениями.

При подходе к вопросам охраны и рационального использования водных ресурсов с позиций будущего, проводимые мероприятия оказываются недостаточными. В статье даются рекомендации по решению проблем рационального использования и охраны от загрязнения как поверхностных, так и подземных вод Дагестана.

*Ключевые слова:* поверхностный сток, подземные воды, сточные воды, водные ресурсы, водное хозяйство, рациональное использование, загрязнение.

## ECOLOGICAL ASPECTS OF DAGESTAN NATURAL WATER PROTECTION

*Abdulganieva T.I., Samedov Sh.G., Mamaev S.A., Kurbanismailova A.S.*

*Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*

In article are considered questions of extremely uneven distribution of a superficial drain, both across the territory, and within a year, the questions connected with a sanitary condition of a surface water, the considerable danger to water objects is constituted by the dispersed drain with the bogarnykh (not irrigated) agricultural grounds which can be also polluted by toxic chemicals and mineral approvals.

When approaching to questions of protection and a rational use of water resources from future positions, the held events are insufficient. In article recommendations about the solution of problems of rational use and protection from pollution of both surface, and underground waters of Dagestan are made.

*Keywords:* superficial drain, underground waters, sewage, water resources, water management, rational use, pollution.

Несмотря на то, что ресурсы поверхностных и подземных вод Дагестан занимает одно из первых мест на Северном Кавказе, охрана вод для нашей республики имеет особо важное значение. Это связано с тем, что большая часть территории республики расположена в зоне недостаточного увлажнения, многие районы являются засушливыми, и все посевные площади, а также сады и виноградники Внешнегорного и Низменного Дагестана орошаются [2].

В пределах Прикаспийской низменности, поверхностный сток практически отсутствует, речная сеть представлена концевыми участками рек, приносящими свои воды из отдаленных более увлажненных районов. Средний годовой сток уменьшается от 25 мм на севере и до нуля на крайнем юге. Водный режим рек определяется особенностями половодья – сроками его наступления, продолжительностью, что в свою очередь обуславливается преобладанием того или иного типа в каждом из районов. На реках высокогорного и внутригорного Дагестана сроки начала половодья различны, наблюдаются сдвиги сроков: начало – с февраля на март-апрель, конец – на август-сентябрь. Максимальные расходы наблюдаются в июне-июле, реже в августе, что обусловлено таянием ледников [2].

Таким образом, крайне неравномерно распределение поверхностного стока, как по территории, так и в течение года и многовековое господство аридного климата на значительной площади республики послужили для более 80% территории причиной дефицита хозяйственно-питьевой воды. На Дагестан приходится 640 км береговой линии и 18 тыс. км<sup>2</sup> акватории Каспийского моря – уникального рыбохозяйственного водоема. Он дает 14% общекаспийских уловов по стране.

Важность данного вопроса обостряется и тем, что на обширной территории республики, куда можно отнести как горную, так и значительную часть низменной территории, имеющую различную степень хозяйственного освоения, централизованное водоснабжение и канализация

развиты слабо или отсутствует совершенно. Мелкие населенные пункты в основном централизованных систем канализации не имеют.

Крайне неравномерна плотность населения и размещение промышленных предприятий на территории республики, с чем тесно связано санитарное состояние поверхностных вод.

При подходе к вопросам охраны и рационального использования водных ресурсов с позиций будущего, проводимые мероприятия оказываются недостаточными.

Различают три основных источника загрязнений природных вод: а) загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами, б) промышленными стоками, в) сточными водами, отводимыми с сельскохозяйственных угодий [3,4].

С бытовыми сточными водами в водоемы вносятся значительные количества органических и минеральных веществ в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Выпуск сточных вод животноводческих комплексов в водные объекты, а также смыв загрязнений поверхностным стоком территории и пастбищ ведет к интенсивному загрязнению поверхностных вод.

Производственные сточные воды содержат значительное количество загрязняющих веществ, по характеру которых их разделяют три основных класса:

1) загрязненные, преимущественно минеральными веществами (рудно- и угледобыча, машиностроение, металлургия, стройиндустрия и др.),

2) загрязненные, преимущественно органическими веществами (пищевая, целлюлозно-бумажная, некоторые виды легкой и химической промышленности),

3) загрязненные, минеральными и органическими веществами (добыча и переработка нефти, нефтехимия и др.).

Производственные сточные воды, как правило, проходят локальные очистные сооружения, после чего сбрасываются в водные объекты или в городскую канализационную сеть для дальнейшей доочистки совместно с бытовыми сточными водами.

Коллекторно-дренажные воды выносят с орошаемых угодий значительное количество минеральных солей, неорганических и органических удобрений и, что особенно опасно – ядохимикаты, являющиеся в глобальном масштабе основными загрязняющими компонентами поверхностных вод.

Следует отметить, что значительную опасность для водных объектов представляет расщепленный сток с богарных (неорошаемых) сельскохозяйственных угодий, который также может быть загрязнен ядохимикатами и минеральными удобрениями.

В условиях Дагестана воды неликвидированных, самоизливающихся скважин, наряду с главными факторами истощения подземной гидросферы, выступают дополнительными, хроническими источниками загрязнения поверхностных вод и почв.

Основными приемниками сточных вод всех видов для республики являются открытые водоемы – Каспийское море, реки Терек, Сулак, Самур и их притоки, а также малые реки Дагестана. Крупнейшим приемником сточных вод является Каспийское море. Значительная часть водотоков республики не является достаточно мощной для приема сточных вод. Кроме того, многие из них в отдельные периоды года либо совершенно не имеют стока, либо сток настолько незначителен, что они не могут служить приемниками сточных вод.

Основными проблемами охраны поверхностного стока Дагестана является охрана ее от воздействия указанных источников в связи, с чем необходимо проводить работы в следующих основных направлениях. В сельскохозяйственном производстве источники загрязнения природных вод пестицидами и минеральными удобрениями могут быть ликвидированы за счет улучшения методов внесения удобрений, применения новых не стойких пестицидов, переход, где это возможно, на биологические и агрохимические приемы борьбы с сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур. При повторном использовании на орошение дренажных вод может быть уменьшено поступление в реки возвратных минерализованных вод в зонах орошаемого земледелия.



Основой борьбы с затоплением и заилением водных объектов, в результате поступления в них поверхностного стока сельхозугодий, должно явиться регулирование стока в пределах площади водосборов опасных в этом отношении бассейнов. Нужно проводить противоэрозийные, агро- и лесотехнические, лесомелиоративные, гидротехнические и специальные водоохранные мероприятия.

Многие химические препараты обладают ограниченной подвижностью и аккумулируются в верхних слоях пахотного слоя. Смыв этого слоя почвы вместе с находящимися в нем химическими препаратами вызывает усиленное загрязнение водных объектов. Важное значение для экономного использования оросительной воды имеют обработка и широкое внедрение совершенных способов и техники полива – мелкодисперсное дождевание, подпочвенное, импульсное, капельное орошение и др., при котором оросительные нормы многократно снижаются против традиционных способов в зависимости от возделываемой культуры.

Лесомелиоративные мероприятия играют важную роль, проявляющуюся в перераспределении стока, а также способствуют предотвращению выноса химических препаратов в водные объекты. Гидрохимические мероприятия заключаются в устройстве водозадерживающих валов, лотков, быстотоков, перепадов, запруд, террас, плотин и водохранилищ.

Нефтепродукты, тяжелые металлы и другие отходы промышленности угнетают жизнедеятельность организмов, населяющих грунт. Все это приводит к тому, что процесс самоочищения прекращается и происходит вторичное загрязнение реки. По мере накопления донных отложений начинают проявляться анаэробные процессы разложения, находящихся в толще наносов органических соединений с выделением в воду продуктов распада, вследствие чего наблюдаются в реке повышение ВПК и содержание ионов аммония. Поэтому необходимо проводить очистку дна и берегов от загрязнения отходами промышленности.

Важное значение для охраны водных ресурсов от загрязнения имеет использование сточных вод для орошения и удобрения сельскохозяйственных земель. Отходы животноводческих комплексов можно использовать для повышения урожайности кормовых культур, наиболее отзывчивых на азотно-калийные удобрения [3].

Перед использованием в сельском хозяйстве сточные воды должны быть подвергнуты соответствующей обработке и подготовке, степень и характер которых зависят от состава и происхождения вод. В отношении сточных вод с населенных территорий такая подготовка полностью обеспечивается в результате их отстаивания и обеззараживания в биологических прудах аэробного и анаэробного действия, а затраты на организацию и техническое обеспечение орошения сточными водами при самых высоких требованиях к санитарной стороне этой меры окупаются в несколько лет и в последующем дают почти чистый доход. Хозяйственно-бытовые и коммунальные смешанные сточные воды поселков и небольших городов, в которых отсутствуют крупные промышленные предприятия со стоками сложного состава пригодны по своему составу для орошения в различных природных условиях. Химический состав основных видов производственных промышленных стоков также указывает на целесообразность смешения между собой отдельных их видов или с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

В промышленности наиболее эффективные методы рационализации водного хозяйства в перспективе связаны с совершенствованием технологии водоснабжения, повышением степени использования воды. Для чего в первую очередь необходимы исследования по оптимизации схем, систем и структуры водопользования, борьба с потерями воды, автоматизация и механизация работы систем, совершенствование их эксплуатации и др. Все это в конечном итоге позволит существенно сократить количество сбрасываемых в водоемы загрязненных стоков.

На предприятиях молочной промышленности можно некоторые категории сточных вод использовать многократно. Например, теплую воду с пастеризационно-охладительных установок можно использовать для питания котлов, а продувочную воду использовать для мойки автоцистерн; сыворотку можно использовать на корм скоту, а не сбрасывать в канализацию.

Биохимические процессы самоочищения воды водоемов зависят от концентрации растворенного кислорода. Основными мероприятиями, направленными на интенсификацию процессов самоочищения вод, является искусственная аэрация, способствующая насыщению воды кислородом и разбавлению сточных вод (там, где мало растворенного кислорода). Для интенсификации процессов начального разбавления выпускаемых сточных вод предусматривается расположение выпусков сточных вод в местах с повышенной турбулентностью и устройство глубоководных рассеивающих выпусков. Особенно это необходимо для городских коллекторов, по которым стоки отводятся непосредственно в море.

Таким образом, охрана природных вод должна осуществляться в процессе их рационального использования, для чего необходимо осуществлять, возможно, полное регулирование поверхностного и подземного стоков, то есть перейти к активному управлению водным балансом региона, на основе анализа общих природных условий, представляющих систему взаимосвязанных природных факторов, основными из которых являются: климат, рельеф, геологическое строение, почвенно-растительный покров, поверхностные и подземные воды.

На фоне общих целенаправленных работ в республике должна осуществляться и более конкретная работа по охране вод от загрязнения под воздействием локальных источников загрязнения в каждом конкретном их проявлении.

Во многих случаях негативные последствия воздействия на окружающую среду дешевле и проще предотвратить, чем ликвидировать, но, несмотря на применяемые меры по охране от загрязнения поверхностного стока для Дагестана они недостаточны. В первую очередь это проявляется в отсутствии самостоятельной организации по строительству очистных сооружений. На реке Сулак за последние годы построены ряд гидроэлектростанций. Затворы плотин открываются и закрываются в ритме пиковых нагрузок энергосистемы Северного Кавказа, нарушая нормы подачи воды из водохранилищ на рыбохозяйственные нужды. Нарушаются нормы сброса воды и в р. Терек. На Каргалинском гидроузле порядок пропуска воды составлен без учета рыбо-хозяйственных требований, отсутствует рыбообходная канава.

Механические насосы ряда колхозов, установленные в бассейне реки Сулака для полива сельскохозяйственных угодий, не оснащены специальными рыбозащитными устройствами. Немалый вред, наносит рыбному хозяйству и здоровью людей выброс в реки отходов, банок из-под консервов и краски, соломы и навоза, ветоши и тряпок, пропитанных нефтепродуктами и т. Д. Мытье автотранспорта на берегу рек, водохранилищ и моря способствуют попаданию в водные объекты большого количества взвешенных веществ, горючесмазочных материалов, тяжелых металлов.

Решение проблем поверхностного стока Дагестана, охрана его от загрязнения и истощения, – дело государственной важности и решать его надо по-государственному. Поэтому считаем необходимым принятие следующих мер:

- 1) Усилить контроль за сохранностью водных ресурсов.
- 2) Создать межведомственные подразделения, внимание которых должно сосредотачиваться на более широком и рациональном использовании водных ресурсе. При этом заботу о чистой воде па местах должны проявлять сельские советы, депутатские комиссии.
- 3) В целях улучшения чистоты речных вод необходимо перенести автохозяйства из водоохраной зоны, запретить мойку машин в прибрежной полосе и всякое строительство в водоохраной зоне.
- 4) Принять меры к ограничению роста населенных пунктов вдоль побережья, меры по их благоустройству и озеленению.

Многогранность промышленного использования водных ресурсов привела к известной распыленности контроля за бережным и грамотным отношением к ним. Создание в республике единой экологической службы, которая координировала бы исследования специалистов разных ведомств – почвоведов, медиков, работников санэпидстанций, гидрохимиков, биологов и других позволило бы ликвидировать ведомственный подход к проблеме охраны окружающей сре-

ды с одной стороны, а с другой это обеспечило бы научно-обоснованные разработки и практическую реализацию комплексных программ по охране окружающей среды, в том числе и поверхностного стока. В деле охраны водных ресурсов республики большую роль может сыграть общественное мнение, которое создается путем соответствующего воспитания людей, и с помощью правильно поставленной информации. Продуманная пропаганда экологических знаний должна помочь людям понять жизненную важность бережного обращения с природой, научить их лучше охранять богатства всего окружающего нас мира, воспитывать любовь к родной земле.

Конечной целью всех мероприятий является постепенное прекращение сброса всех видов сточных вод в реки и водоемы, другими словами всемерная изоляция хозяйственного круговорота воды от естественного, его речного, а также подземного звена [1, 12].

### Литература

1. Львович М.И. Будущее охраны водных ресурсов. Изв., АН СССР сер. геогр., 1982г., № 1, с. 38-43.
2. Природные ресурсы и производительные силы Северного Кавказа. Водные ресурсы, 43, 52, 59 с.
3. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Загрязнение подземных вод равнинной части Дагестана //Экология и промышленность России, 2015. Т.19.№ 5. С. 61-63.
4. Самедов Ш.Г., Абдулганиева Т.И. Подземные воды Дагестана – рациональное использование //Природа. 2017 г. № 7. С. 52-55.
5. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Об извлечении горючих газов из геотермальных вод с низким газовым фактором //В сборнике: Неделя науки-2017 сборник материалов XXXVIII итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов Дагестанского государственного технического университета. Под редакцией Т.А. Исмаилова. 2017. С. 560-561.
6. Ахмедов Г. Я. О некоторых методах контроля солеотложения в геотермальной энергетике //Промышленная энергетика. -2010. - № 6. - С. 58-62.
7. Курбанисмаилова А.С., Ахмедов Г.Я., Камалутдинова И.А., Эфендиев К.А. Об отложении твердой фазы карбоната кальция на теплообменной поверхности в сборнике//Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов Материалы XI Школы молодых ученых. 2018. С. 182-187.
8. Ахмедов Г.Я. Очистка геотермальных систем отопления и горячего водоснабжения от карбонатных отложений //Водоснабжение и санитарная техника.- 2012.- № 1.- С. 59-63.
9. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Юсупов А.Р., Курбанисмаилова А.С. Применение электронных баз данных в геологических исследованиях //Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 67. С. 309-315.
10. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. Об оценке стабильности геотермальных вод и защите оборудования от твердых отложений при утилизации попутных горючих газов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2017. № 4 (196). С. 71-76.
11. Ахмедов Г. Я., Курбанисмаилова А.С. Эксплуатация энергетического оборудования при утилизации попутных с геотермальной водой горючих газов //Вестник ДГТУ. Технические науки. Том 44, №3, 2017. С. 48-60.
12. Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С. О перспективе развития возобновляемой энергетики в республике Дагестан //В сборнике: Новые технологии и проблемы технических наук Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 55-59.

УДК 551.7

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-60-68

## К ПОИСКУ СЛЕДОВ ПАЛЕОСЕЙСМОСОБЫТИЙ В МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОМ КОМПЛЕКСЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

*Магомедов Р.А.*

*Институт геологии ДНЦ РАН*

Проведены исследования мезозойско-кайнозойского комплекса региона с целью поиска следов палеосейсмических событий. Последние позволяют закартировать положение потенциальных зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) на современном плане, оценить максимально возможные магнитуды и снизить риск экологических последствий современной сейсмичности.

*Ключевые слова:* палеосейсмодислокации, палеосейсмодетформации, современная сейсмичность, геологические формации, Восточный Кавказ.

## TO SEARCH FOR TRACES OF PALEOSEISMIC EVENTS IN THE MESOZOIC-KAYNOZOIC COMPLEX OF EASTERN CAUCASUS

*Magomedov R.A.*

*Institute of Geology Dagestan scientific center of RAS*

Studies of the Mesozoic-Cenozoic complex of the region were carried out in order to search for traces of paleoseismic events. The latter allow mapping the position of potential zones of possible foci of earthquakes (WHO) on the modern plane, assessing the maximum possible magnitudes and reducing the risk of the environmental consequences of modern seismicity.

*Keywords:* paleoseismic dislocations, paleoseismic deformations, modern seismicity, geological formations, Eastern Caucasus.

*Только тогда можно понять сущность вещей,  
когда знаешь их происхождение и развитие.*

Аристотель (384-322 гг. до н. э.)

Изучение палеосейсмогеологической истории Восточного Кавказа проливает свет на особенности геодинамических процессов, региональной геотектоники и современной сейсмичности региона. Ранее нами проведен анализ и изучение фондового геолого-геофизического материала с целью поиска следов палеосейсмических событий в мезозойском комплексе региона [8, 10, 12]. В настоящей работе сделана попытка исследовать с той же целью мезозойско-кайнозойский комплекс северо-восточного сегмента Восточного Кавказа в целом.

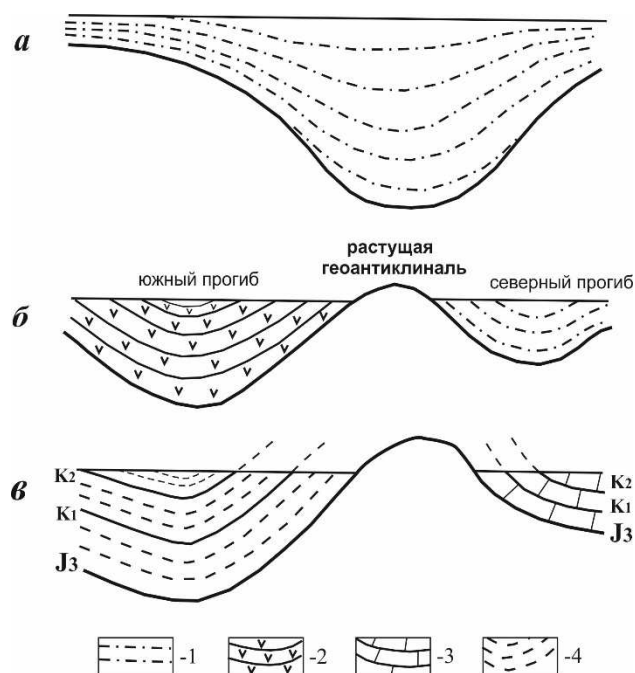
Исследователи Кавказа неоднократно отмечали признаки древних землетрясений в регионе (Андрусов, 1915; Воссавич, Коротков, 1935; Гаврилов 1977, 2017; Герасимов, 1928; Рубинштейн, 1949; Шарафутдинов, 1986, 1991; Шатский, 1924; Брод, 1938; Галин, 1962; Буторин, 1972; Успенская, 1930; Мирзоев, 1986; Пирбудагов, 1985 и многие другие). Н.Ю. Успенской впервые были описаны подводно-оползневые явления в фораминиферовых отложениях, а также на новых площадях в миатлинской свите. Следы палеосейсмических событий (сейсмиды) установлены в мезозойско-кайнозойских морских осадочных толщах Северного Кавказа (Гаврилов, 2017). В относительно монотонных глинистых отложениях хадумского горизонта (олигоцен, нижний майкоп) следы землетрясений фиксируются гораздо менее отчетливо, чем в чокракско-караганской толще. Автор (Гаврилов, 2017) отмечает насыщенность следами палеосейсмичности разрез Буйнакского перевала (стратиграфические подразделения чокрака и карагана). Начало альпийского цикла тектогенеза, вероятно, характеризовалось очень высокой сейсмической активностью. Интенсивность сотрясений достигала порядка 8-9 баллов и была связана с крупными подводными излияниями лавы, образовавшей мощные покровы спилито-кератофировой формации (Милановский, Хаин, 1963).

Для исследования масштабов проявления следов палеосейсмических событий по площади в современном плане региона, нами проведен анализ палеоструктур кровель подстилающих отложений с верхнеюрского этапа развития региона и моложе. Палеоструктурные построения,

охватывающие верхнеюрско-меловой этап развития территории Восточного Кавказа, по сравнению с доюрским этапом, демонстрируют принципиальную унаследованность в распределении областей прогибания и поднятий на изучаемой территории. Составленные комплексной южной геологической экспедицией под руководством И.О. Брода [3, 4] региональные структурные карты по поверхностям юрских, нижнемеловых, меловых, майкопских, кровле караганских и подошве акчагальских отложений позволяют исследовать морфологию структур с целью нанесения вероятных мест палеосейсмодислокаций на современном плане региона. Анализ морфологии палеоструктур позволил оценить вероятные места скопления следов палеосейсмособытий в разрезах осадочного чехла региона, что может быть использовано при прогнозировании потенциальных зон ВОЗ.

Признаками, определяющими вероятные места образования, перемещения и скопления следов палеосейсмособытий явились линейные и кольцевые структуры полей изопахит, выражающиеся резкими ступенями, пережимами и изломами изолиний (области максимальных прогибаний и поднятий, отмеченные высокими градиентами уклонов поверхности структур кровли подстилающих отложений). Подводно-оползневые образования приурочены, вероятно, к склонам и подножиям палеоподнятий. В юрском периоде и раннем майкопе, по-видимому, преобладали наиболее глубоководные условия осадконакопления и вероятность обнаружения следов палеосейсмособытий подводно-оползневого характера очень высокая.

Юрская и меловая история Кавказа хорошо восстановлена [3-7, 9, 11, 14, 16, 21 и др.]. В эти периоды формировалась и развивалась геосинклинальная система Кавказа. В ранней юре на месте Большого Кавказа существовал широкий и глубокий прогиб (рис. 1), в котором накапливалась очень мощная толща глин с прослоями песчаников. В средней юре этот прогиб разделился на две части, в его центре возникло геоантиклинальное поднятие. В северном прогибе продолжалось накопление очень мощных песчано-глинистых осадков (в Дагестане мощность нижней и средней юры достигает 7-8 км), а в южном прогибе осадконакопление сопровождалось подводными вулканическими излияниями. С поздней юры оба прогиба развивались совершенно обособленно (рис. 1). В северном, формировались преимущественно карбонатные отложения, в южном - мощная толща флишевой формации.



1 - песчано-глинистые породы; 2 - вулканические породы; 3 - известняки; 4 - флиш.  
 Рис. 1. Схема развития Большого Кавказа в юрско-меловом периоде: а - в ранней юре, б - в средней юре, в - в поздней юре и меловом периоде.

Подобные условия осадконакопления сохранились и в меловом периоде. Центральная геосинклиналь продолжала расширяться, прогибы все более обособлялись. В конце мелового периода произошло общее поднятие и регрессия моря.

По-иному шло развитие Малокавказской геосинклинальной системы. В юрском периоде на Малом Кавказе произошли резкие тектонические подвижки, возник ряд глубинных разломов, по которым из подкоревой части земной коры поднимался вверх магматический материал. По разломам отдельные крупные участки опускались, другие поднимались. В образовавшемся почти широтном прогибе в морских условиях формировалась многокилометровая толща эффузивов основного состава. В раннемеловую эпоху Малый Кавказ был охвачен поднятиями и представлял собой сушу, в позднем мелу произошли общие опускания и снова началось формирование мощных осадочно-вулканических формаций.

Мезозойская история других геосинклинальных систем Альпийско-Гималайской геосинклинальной области обнаруживает черты сходства с рассмотренной историей Кавказа. Все геосинклинальные системы этой области находились в мезозое на главном этапе геосинклинального развития - повсеместно происходили сложные движения земной коры, усложнялась тектоническая структура, накапливались мощные толщи осадочных и вулканических пород различного состава. В окраинных геосинклинальных прогибах, расположенных около платформенных массивов (Альпы, Большой Кавказ и др.), накапливались преимущественно песчано-глинистые и карбонатные осадки без вулканического материала. Во внутренних прогибах (Малый Кавказ и др.), наоборот, вулканогенные отложения преобладают.

С позднего сармата уже отчетливо фиксируется рост горного сооружения Большого Кавказа и формирование складок. Последовавшее в послепонтическое (предакчагыльское) время резкое усиление орогенических движений, наиболее крупных во всей истории альпийского тектогенеза, привело к расширению горного сооружения. При этом поднятие охватило не только горную область, но и предгорья, включая территорию современного Терско-Каспийского прогиба. Предплейстоценовая (Восточно-Кавказская) фаза альпийского тектогенеза привела к формированию горного рельефа осевой зоны Кавказского хребта, во многом напоминающего современный. Сравнительно спокойный рельеф предгорного типа, существовавший на территории Северного склона, сменился низкогорным, эрозионным. Этому в значительной мере способствовало резкое падение базиса эрозии рек Каспийского бассейна, в частности Терека и его притоков, имевшее место во время формирования кирмакинских свит и "свиты перерыва" Апшеронского полуострова. Понтические отложения в Терском прогибе, на территории междуречья Кума-Терек, в зонах Передового хребта и Черных гор были размыты. Лишь в Притеречной зоне сохранилась от эрозии широтно ориентированная полоса нижнего понта, фиксирующая осевую, наиболее прогнутую часть Терско-Каспийского прогиба. В зоне Передового хребта предакчагыльский эрозионный срез оказывается наиболее значительным вплоть до караганконкских и даже тархан-чокракских отложений. Размыт был практически весь верхний миоцен (понт, меотис, сармат). Это указывает на значительное поднятие Сунженской и Терской антиклинальных складок в предакчагыльское время. Улавливается явная активизация неотектонических движений на рубежах апшерон-ранний плейстоцен, ранний-средний плейстоцен, средний-поздний плейстоцен, но в целом тектоническая активизация проявила себя в пределах разных структурных зон дифференцированно и с разной интенсивностью. Аналогичный характер имеют и современные движения - высокая подвижность отмечена далеко не для всех антиклиналей и не для всех разрывных нарушений, выявленных в пределах региона.

Решающие тектонические движения, в результате которых была создана современная структура, имели место перед акчагылом, а более точно, в позднем понте-раннем акчагыле, т.е. в интервале времени, занимающем всего лишь 2-3 млн лет. На фоне очень длительного, относительно спокойного развития это был своеобразный «всплеск» тектонических движений.

Конец юры и начало мелового периода ознаменовались значительными тектоническими движениями, охватившими весь Северный Кавказ. Это привело к развитию предваланжинской регрессии, к осушению и размыву ряда областей. В Южном Дагестане валанжинские породы залегают с резким угловым несогласием на титоне по р. Чирахчай) и на келловее (по р. Цмурчай). Именно с активизацией этих движений следует связывать образование брекчий в разрезах валанжина у сс. Гергебиль (до 30 м), Аракань (до 20 м), Гапшима (до 10 м), Артлух (до 5 м) и др.

Нижнемеловая эпоха в целом не отличалась высокой контрастностью тектонических движений. Хотя бассейн был дифференцирован и некоторые участки испытывали значительное прогибание, все же мы не встречаем здесь широкого развития подводно-оползневых деформаций. Однообразный литологический состав и выдержанность по мощности нижнебарремских известняков свидетельствуют о сравнительно спокойном и мелководном характере осадконакопления. Начиная с верхнего баррема, а затем в апте и альбе продолжалось дальнейшее прогибание бассейна и накопление вначале песчаных и песчано-глинистых, а затем преимущественно глинистых осадков. Почти полное отсутствие подводно-оползневых деформаций в нижнем мелу, когда преобладали нисходящие движения трансгрессивного цикла и когда условия, казалось бы, наиболее благоприятствовали возникновению деформаций гравитационного происхождения, лишний раз подтверждает то, что оползневые деформации сейсмогенного характера возникают в основном при смене тектонического режима на регрессивный.

Переход от альба к сеноману сопровождался проявлением предсеноманских тектонических движений. В горной части он постепенный и сопровождался большей карбонатностью пород. В пределах антиклинальных зон Южного Дагестана, а также по рр. Курахчаю и Уллучаю сеноман несогласно залегают на подстилающих отложениях альба. Накопление ритмичного известнякового флиша в сеномане свидетельствует о том, что смена знаков колебательных движений носила спокойный и кратковременный характер. Лишь только в нижней части туронского яруса площадей Дагогни, Дузлак и Берикей встречаются известняки с включениями угловатой гальки и развитием подводно-оползневых деформаций (Галин, 1962).

Крупные подводно-оползневые деформации и глыбовые внедрения отмечены также в кампанских отложениях по рр. Карчаг-су, Рубасчай и Уллучай.

Отложения маастрихтского яруса в большинстве районов залегают несогласно на разных горизонтах мела, а в некоторых местах его мощность составляет не более 10 метров (Хошмензил) или же полностью размывы (Салтабек). В маастрихтских отложениях глыбовые внедрения известняков и подводно-оползневые деформации (псевдоскладки, флексурные перегибы и подвороты пластов, горизонты глыбового конгломерата) пользуются большим распространением. Они встречаются в Урминской синклинали, на хр. Шамхал-даг, по р. Кака-озень и в ущелье р. Акташ.

О масштабах подводно-оползневых деформаций в датском веке судить трудно, поскольку отложения датского яруса встречаются только в Предгорном Дагестане. Здесь, лишь в верхней части разреза датского яруса по р. Рубас-чай, среди серых оскольчатых мергелей с редкими прослоями пакетов серовато-белых известняков (до 10 м) встречены глыбовые включения и деформированные пакеты известняков, связанные с оползаниями (Дробышев, 1951).

Конец мела и начало палеогена ознаменовалось резкой контрастностью тектонических движений, приведших к началу роста, небольших пока, верхнемеловых складчатых структур. Колебания дна моря и суши сопровождалась образованием крупных оползней. Огромные пластобразные включения верхнемеловых известняков в пестроцветной толще палеогена по рр. Рубас-чай и Дженгутай-озень представляют собой крупные тектонические срывы и шарьяжи. Кроме того, большие пластовые глыбы известняков с фауной датского яруса встречаются в верхней части сероцветной толще по рр. Джинабичай и Уллучай, а также на южном крыле поднятия Балхас-Хунук.

Следы подводных оползаний наблюдаются и выше по разрезу в нижней части зеленой свиты (средне-верхнеэоценовое время) по р. Дюбекчай, в своде Балхас-Хунукской антиклинали и к востоку от неё, в районах кутана Гувшан-баш и с. Урма, а также в разрезах по р. Хурсанкак, у сс. Кака-Шура, Доргели и Верх. Казанище. В разрезе зеленой свиты по р. Шура-озень, у с. Ахатлы и в Чиркейской котловине развиты петлеобразные и опрокинутые складочки, являющиеся следствием подводного оползания. У с. Ахатлы в результате землетрясения 1970 года образовался крупный современный оползень, что еще раз свидетельствует об унаследованном характере развития этих образований. Следы сейсмодетформаций широко развиты и в западных разрезах этой свиты по рр. Ахсу, Саласу-1, Саласу -2 и Акташ. Для пестроцветного горизонта весьма характерно наличие крупных глыбовых внедрений верхнемеловых известняков подводнооползневого происхождения. Отдельные глыбовые включения наблюдаются в основании вышележащей кумской свиты в окрестностях с. Кадыркент и вблизи мелового хребта в Южном Дагестане. К определенному стратиграфическому уровню приурочены сейсмодетформации и в разрезе белой свиты. Так, в нижней её части глыбовые включения встречаются по р. Рубас-чай близ с. Дюбек и на Губден-Сергокалинской площади. В верхней половине нижней части разреза по р. Шура-озень имеется пачка с глыбовыми включениями верхнемеловых известняков и со следами подводных оползаний, и затем в кровле её, так называемого спондиолового горизонта, также выделяется пачка (10-15 м) с глыбовыми включениями сейсмогенного происхождения. Следы сейсмодетформаций отмечаются также в верхней части белой свиты на Эльдамо-Иргартбашской поднятии и в южной части Изатлинской синклинали в районе с. Кака-Шура.

Чрезвычайно характерны для вышележащего миатлинского горизонта подводнооползневые глыбовые внедрения известняков, мергелей и битуминозных сланцев хадума и верхнего эоцена, реже горизонта зеленых мергелей и верхнего мела. Размеры глыб вблизи областей сноса достигают значительных величин (до 5 км протяженностью и 50-60 м мощности). Типичным примером сейсмогенных деформаций являются грандиозные скопления деформированных пород (пакет покровов Шатского), приуроченных к нижней и верхней части миатлинского горизонта (майкопская свита). Масштабы их развития и стратиграфическая приуроченность не вызывает никакого сомнения в сейсмогенном их происхождении. П.П. Забариский, а затем Ю.П. Смирнов в разрезе миатлинского горизонта выделили два «пояса» глыбовых внедрений. Представляют они собой скопления мощных (до 40 м) чешуй, протяженностью до 2-3 км и более мелких включений мергелистых пород фораминиферового возраста, лежащих среди миатлинских глин. Подобные образования широко развиты в области Дагестанского выступа и его обрамления. В разных масштабах они проявляются в окрестностях с. Талги, Гелли, Казанище, Эрпели, Чиркей, Миатлы, Дылым, Ленинкент, в районе поднятий Чубар-Арка и Заузанбаш, а также в скважинах разведочных площадей Ачису (скв.120) и Избербаш (скв.235) (Галин, 1965).

На широкое развитие подводно-оползневых образований в чокраке и карагане обращали внимание Н.С. Шатский и В.Е. Руженцев, Н.Б. Вассоевич и др. исследователи. Здесь развиты небольшие плейчатые образования, складочки, переходящие в колобки, неправильные линзовидные жилы песчаника, часто неясного строения, включения отдельных глыб размером от одного до нескольких сот кубических метров и нептунические дайки. Подобные образования встречаются по р. Гамри-озень вдоль Нараттюбинского хребта, по рр. Акташ, Ярыксу и за пределами Дагестана. Значительная часть этих образований, особенно неясного строения за счет смешения, песков, алевролитов и глин, связываются с явлениями так называемых мутьевых потоков или мутных течений.

Известно, что мутьевой поток использует в качестве трассы движения линейно-вытянутые понижения юрского дна. Вероятно такой трассой являлась осевая часть асимметричного предгорного краевого прогиба, осложненного двумя выступами в области Дагестанского выступа, что резко меняло направление течения и создавало завихрения потока. Однако мутьевые потоки образуются не сами по себе. Значительную роль в их развитии играют селе-



вые выносы с близко расположенной суши, либо сильные толчки землетрясений. Наблюдения за образованием современных мутьевых потоков в морях показали, что вблизи эпицентров сильных (9 баллов) землетрясений скорость мутьевых потоков может достигать 23 м/сек, а иногда до 67 м/сек (Сафьянов, 1972).

Если исходить из объемов проявившихся образований мутьевых потоков то вполне можно согласиться с сейсмической их природой. Кроме того, места их развития согласуются не только с более древними, но и поздними сейсмодеформациями.

В сарматских отложениях, лишь только в низах глинистой толщи верхнего сармата, встречены небольшие глыбы песчанистых глин и мелкие складочки (р. Сулак). Образования эти редкие и сделать какое-либо суждение об их происхождении весьма трудно.

Вновь значительное развитие глыбовых включений и псевдоскладчатости наблюдаются в акчагыльских отложениях. Представлены они известняком верхнего мела и распределяются в непосредственной близости от хр. Кара-Сырт, залегая как среди конгломератов, так и вне песчано-глинистой толщи акчагыла (Галин, 1962). Развиты сейсмодеформации преимущественно в низах акчагыльского яруса в разрезах Келег, Зкендиль (скв.1), Хелли-Пендж и Каранай-аул. В большинстве разрезов развиты тонкие прослои вулканического пепла. Это говорит об активизации не только сеймотектонических процессов, но и вулканической деятельности в акчагыльское время. Сейсмодеформации более позднего времени отражены в современном рельефе.

Масштабы развития палеосейсмодеформаций и их стратиграфическая приуроченность позволяют выделить в мезо-кайнозое Дагестана следующие циклы сейсмической активности: 1) нижнелейасовый, 2) предтоарский, 3) нижнеааленский, 4) байос-батский, 5) предкелловейский, 6) киммеридж-титонский, 7) предваланжинский, 8) предсеноманский, 9) турон-коньякский, 10) кампанский, 11) махтстритский, 12) нижне-эоценовый, 13) верхнеэоценовый, 14) среднеолигоценовый, 15) верхне-олигоцен-нижнемиоценовый, 16) среднемиоценовый, 17) акчагыльский, 18) плейстоцен-голоценовый.

Анализ масштабов проявления сейсмодеформаций по площади в каждом цикле позволяет приблизительно оценить интенсивность землетрясений в различные периоды геологической истории. Начало юры, вероятно, характеризовалось очень высокой сейсмической активностью в регионе. Интенсивность сотрясений достигала порядка 8-9 баллов и была связана с крупными подводными излияниями лавы, образовавшей мощные покровы спилито-кератофировой формации.

Для средней юры максимальная сейсмическая активность едва ли превышало 6-7 баллов; в верхней юре, особенно в Оксфорд-киммеридже, она достигала 7-8 баллов, затем в нижнем мелу она снизилась до 5-6 баллов. В верхнем мелу, в отдельные периоды она поднималась до 6-7 баллов, постепенно усиливаясь в нижнем палеогене до 7-8 баллов и достигала своего максимального значения 9-10 баллов в майкопское время. В миоцене сила землетрясений снизилась до 7-8 баллов, а в плиоцене она вновь возросла до 8-9 баллов. Примерно на уровне 7-8 баллов она сохраняется и в плейстоцене и голоцене. Вспышки высокой сейсмоактивности с разрушительными землетрясениями отмечаются и в настоящее время.

Из анализа палеоструктур подстилающих отложений в верхнеюрско-меловом, палеогеновом этапах развития территории Восточного Кавказа следует:

*Структура поверхности верхнеюрских отложений к концу неокома* имеет слабодифференцированный характер с плавными очертаниями областей поднятий и прогибания. Предмеловые тектонические движения привели как к формированию областей прогибания, так и к подъему отдельных участков кровли верхней юры. С этими процессами связан последовательный размыв верхнеюрских отложений в Центральном Дагестане, который к северу становится менее выраженным. Анализ изменения мощностей неокомских отложений показывает, что они последовательно уменьшаются с юго-запада на северо-восток, в сторону поднятия Восточной и

Западной антиклинальных зон, вне зависимости от приуроченности к той или иной структуре, существующей в современном плане. Тектонические подвижки были обусловлены, очевидно, блоковым строением фундамента, унаследованным от предыдущих эпох.

*Структура поверхности верхнеюрских отложений к концу сеномана.* По поверхности верхней юры к концу апт-сеноманского времени наблюдаются некоторые изменения по сравнению с преапатским положением. На фоне общего сохранения поднятий и впадин, образованных кровлей верхнеюрских отложений, происходит их дальнейшее разделение на более мелкие. В общем, структура поверхности верхнеюрских отложений к концу сеномана отличается довольно плавным рельефом с нерезкими переходами от прогнутых зон к выпуклым.

*Структура поверхности неокомских отложений к концу сеномана.* Поверхность неокомских отложений к концу сеномана отличается ровным, спокойным характером. Антикавказское поднятие Центрального Дагестана в кровле неокома выделяется как структура, ограничивающая с юго-востока область крупного прогиба.

*Структура поверхности верхнеюрских отложений к концу кампана.* Структурная карта по кровле верхнеюрских образований, построенная к концу кампанского времени, характеризуется значительными отличиями от карты на конец сеномана. Терско-Дагестанская впадина для премаастрихтского этапа развития территории по поверхности верхней юры расчленяется малоамплитудными поднятиями на три примерно равно опущенные зоны.

*Структура поверхности неокомских отложений к концу кампана.* Для поверхности апт-сеноманских пород к концу кампана характерна заметная расчлененность рельефа. Как и кровли нижележащих толщ, неокомская кровля претерпевает изменения в виде разъединения южного прогиба. Характерные элементы, отмеченные для структуры ниже-среднеюрских и верхнеюрских пород, сохраняются и по кровле неокома.

*Структура поверхности апт-сеноманских отложений к концу кампана.* Рельеф поверхности апт-сеномана образуется тектоническими движениями, происходившими в турон-кампанское время и характеризуется довольно резкими перепадами в глубинах погружения кровли толщи.

*Структура поверхности верхнеюрских отложений к концу верхнего мела.* Структурный план верхнеюрских отложений к концу верхнего мела в принципе соответствует структуре поверхности верхней юры на конец кампана.

*Структура поверхности неокомских отложений к концу верхнего мела.* По поверхности неокомских отложений к концу кампана отмечается дальнейшая дифференциация ее структуры, заложенная в начале верхнемелового этапа. Основные структурные элементы, выделяющиеся в премаастрихтское время, сохраняют свои очертания, однако более резко выделяются зоны поднятий, разделяющих депрессионные области. Хорошо выражается антикавказское поднятие, ось которого совпадает с осью Дагестанского выступа и ограниченное с запада и востока Чеченской и Акушинской депрессиями. Последняя, в свою очередь, расчленяет положительную структуру Западной и Восточной антиклинальных зон.

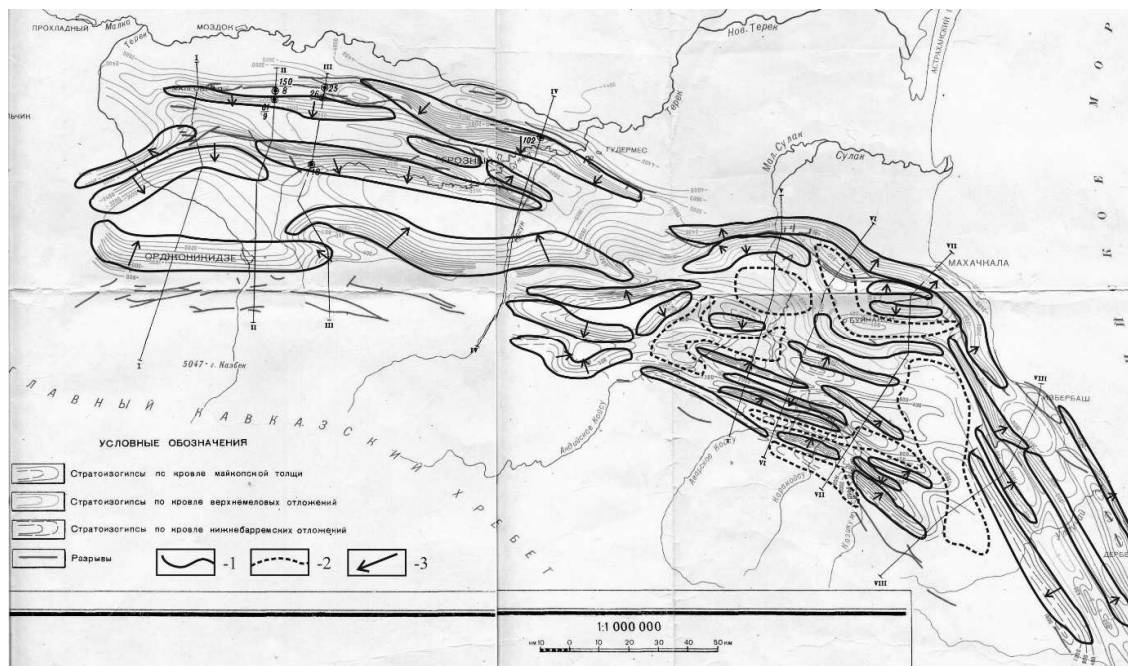
*Структура поверхности апт-сеноманских отложений к концу верхнего мела.* Кровля апт-сеномана к концу верхнего мела несколько усложняет свое строение, что выражается в более четком обособлении положительных и отрицательных структур. Еще более значительно проявляются поднятие в области Дагестанского выступа и в Центральном Дагестане.

*Структура поверхности майкопской толщи к концу палеогена.* Для поверхности майкопской толщи к концу палеогена характерна заметно выраженная расчлененность рельефа. Характерно четкое обособление положительных и отрицательных структур с резкими перепадами в глубинах погружения кровли толщи. Для майкопской глинистой толщи весьма характерны проявления подводно-оползневых процессов связанное с интенсивным проявлением Пиренейской и Савской фаз складчатости. Об этом свидетельствуют мощные подводнооползневые яв-

ления, выразившиеся в образовании в миатлино-муцидакальский век крупных глыб («чешуй» – по Н.Ю. Успенской, 1931), представленных карбонатными породами верхнего мела и эоцена.

Таким образом, анализ палеоструктур, охватывающие верхнеюрско-меловой и палеогеновый этапы развития территории Восточного Кавказа показывает унаследованность в распределении областей прогибания и поднятий на изучаемой территории, подчиняющихся блоковым подвижкам доверхнеюрского субстрата.

Результатом анализа палеоструктурных карт мезозойско-кайнозойских формаций явилась составленная на современном плане предварительная схема вероятного распространения подводно-оползневых процессов, палеосейсмодислокаций и палеодеформаций в осадочном чехле Восточного Кавказа (рис. 2).



1 – область распространения подводно-оползневых процессов; 2 – вероятное направление движения подводно-оползневых масс в мезо-кайнозое; 3 – область распространения палеосейсмодислокаций и палеодеформаций (оползней, обвалов, смещений и т.д.).

Рис. 2. Предварительная схема вероятного распространения подводно-оползневых процессов, палеосейсмодислокаций и палеодеформаций на современном плане осадочного чехла северо-восточного сегмента Восточного Кавказа (основа схемы – материалы [3,4]).

Для точной локализации мест вероятных следов палеосейсмособытий необходимо последовательное проведение детальных исследований всех структур региона в крупномасштабном варианте.

Приведенная схема, в уточненном варианте, может послужить основанием для постановки полевых работ по картированию палеосейсмодислокаций и палеодеформаций, которые, в свою очередь, проливают свет на особенности геодинамических процессов, региональной геотектоники и современной сейсмичности региона.

Таким образом, применение геологического метода поиска признаков палеосейсмичности позволит закартировать расположение потенциальных зон ВОЗ, оценить максимально возможные магнитуды и снизить риск экологических последствий современной сейсмичности.

### Литература

1. Гаврилов Ю.О. Динамика формирования юрского терригенного комплекса Большого Кавказа: седиментология, геохимия, постдиагенетические преобразования. М.: ГЕОС, 2005. 301 с.

2. Гаврилов Ю.О. Отражение сейсмических палеособытий в мезозойско-кайнозойских терригенных толщах Северного Кавказа //Литология и полезные ископаемые. 2017, № I. С. 3-24.
3. Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья. Вып. 1. Тр. КЮГЭ. Под ред. И.О. Брода. Гостоптехиздат. Ленинград, 1958. 622 с.
4. Геология и нефтегазоносность юга СССР. Дагестан. Вып. 4. Тр. КЮГЭ. Под ред. И.О. Брода. Гостоптехиздат, Ленинград, 1959. 432 с.
5. 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.
6. Магомедов Р.А. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа //Отечественная геология, № 3.- 2014.- С. 69-77.
7. Магомедов Р.А. К обобщенной схеме тектонического районирования Дагестанского сектора Восточного Кавказа //Почвенные ресурсы и проблемы продовольственной безопасности. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск 65.-Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.) 2015.- С. 225-229.
8. Магомедов Р.А. К поиску следов палеосейсмических событий в осадочных формациях юры и мела Восточного Кавказа //Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Седьмое Всероссийское совещание. 18-22 сентября 2017 г., Москва. Научные материалы /В.А. Захаров, М.А. Рогов, Е.В. Щепетова (ред.). Москва: ГИН РАН, 2017. С. 123-128.
9. Магомедов Р.А. Развитие геодинамических процессов и современная сейсмичность Восточного Кавказа //Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований. Материалы Международной научно-практической конференции. 22-24 сентября 2017 г. Владикавказ, ВНЦ РАН, С. 199-205.
10. Магомедов Р.А. Следы палеосейсмических событий в разрезах осадочного чехла Восточного Кавказа //Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Седьмое Всероссийское совещание. 18-22 сентября 2017 г., Москва. Научные материалы /В.А. Захаров, М.А. Рогов, Е.В. Щепетова (ред.). Москва: ГИН РАН, 2017. С. 119-122.
11. Магомедов Р.А., Мамаев С.А. Сейсмоструктурные и геодинамические особенности Дагестанского сектора Восточного Кавказа //Вестник ДГТУ. Технические науки, Том 39, № 4. Махачкала 2015. - С. 127-135.
12. Магомедов Р.А., Маммаев О.А. Палеосейсмодислокации в осадочном чехле мезозойского комплекса Восточного Кавказа //Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований. Материалы Международной научно-практической конференции. 22-24 сентября 2017 г. Владикавказ, ВНЦ РАН, С. 206-212.
13. Маркус М.А. Долгоживущие структуры Восточного Кавказа //Сов. геология. 1986. № 10. С.63–69.
14. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М., 1968. 484 с.
15. Милановский Е.Е., Короновский Н.В. Орогенный вулканизм и тектоника альпийского пояса Евразии. М.: Недра, 1973. 279 с.
16. Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Геологическое строение Кавказа. Очерки региональной геологии СССР, вып. 8, изд. МГУ, 1963. 358 с.
17. Никаноров А.М., Седлецкий В.И., Шведов В.Н., Бойков А.А. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Составление комплекса палеоструктурных карт мезозойских формаций территории Восточной и Центральной части Северного Кавказа масштаба 1 : 1 000 000». Ростов-на-Дону, 1976, 61 стр.
18. Палеосейсмология /Под ред. Мак-Калпина Д.М.: Научный мир, 2011. Т.1. 541 с. Т.2. 387 с.
19. Талалаев В.Д., Бражник В.М., Чуприн В.В., Дадашев С.Г. О соотношении доюрского основания и вышележащих комплексов осадочного чехла Терско-Каспийского прогиба //Геология и нефтегазоносность Северо-Восточного Кавказа. Тр. СевКавНИИНЕФТЬ; Вып. 41. Грозный, 1984. С. 66-70.
20. Тихомиров В.В., Хаин В.Е. Подводные оползни и обвалы в третичных отложениях Северо-Восточного Азербайджана //Докл. АН СССР. 1947. Т. 58. № 1. С. 105-108.
21. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М., Недра, 1973. 512 с.

УДК 550.34

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-69-85

## РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «СОЗДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА – ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН»

*Чотчаев Х.О., Мельков Д.А., Кануков А.С., Дзеранов Б.В.*

*Геофизический институт - филиал Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Федеральный научный центр  
"Владикавказский научный центр Российской академии наук"*

Исследования последних лет показывают активизацию геодинамических процессов, характеризующимся интенсивным движением земной коры, проявлением новейшего магматизма и широким развитием ледников. В исследованиях разных авторов отмечается миграция сейсмических явлений с юга Ирана, Азербайджана на территорию Кавказа и, как следствие, увеличение сейсмических событий с нарастающей магнитудой к 2025-2030 гг. Это обусловлено воздействием Анатолийской и Аравийской платформ на Русскую плиту. Наиболее сейсмоактивной является восточная часть Северного Кавказа – территории Дагестана, Чечни, Ингушетии, Северной Осетии и Кабардино-Балкарии. Кроме того, широкое распространение в СКФО, имеют поверхностные эндогенные процессы: оползни, осыпи, обвалы. В этой связи становится особо актуальным проведение долгосрочного комплексного мониторинга вулканических, сейсмических, гляциологических и оползневых опасностей и связанных с ними возможных катастрофических событий посредством комплексных геолого-геофизических и гляциологических исследований, направленных на обеспечение прогнозирования, предупреждения и снижения ущерба от природных и природно-техногенных катастроф. Параллельно будет получена информация о динамике расплава в приповерхностных магматических камерах и о глубинах залегания их кровель, которая позволит выявить восполняемые источники эндогенной энергии (тепло магматического расплава) и оценить возможность и рентабельность их использования для строительства экологически чистых ГЕО ТЭС. Северо-Кавказский регион можно рассматривать как уникальную природную лабораторию, представляющий исключительный интерес, как для фундаментальной науки, так и для развития минерально-сырьевой базы и энергетики (возобновляемые источники тепловой энергии). Создание геолого-геофизического полигона необходимо для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, перехода на экологически чистые источники энергии и развития рекреационного сектора.

*Ключевые слова:* опасные природно-техногенные процессы, Северный Кавказ, мониторинг, глубинное строение, магматизм, сейсмическая опасность, ледники

## DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM "CREATION OF INTERNATIONAL RESEARCH CENTER – GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL POLYGON"

*Chotchaev Kh.O., Melkov D.A., Kanukov A.S., Dzeranov B.V.*

*Geophysical Institute - Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of Russian Academy of Sciences,  
Vladikavkaz, Russia, cgi\_ras@mail.ru*

The studies of recent years show the activation of geodynamic processes, characterized by intensive movement of the Earth's crust, the manifestation of the latest magmatism and the widespread development of glaciers. Different authors note in their studies migration of seismic phenomena from the south of Iran and Azerbaijan to the territory of the Caucasus and, as a result, growth in the number of seismic events with increasing magnitude by 2025-2030. It is caused by the impact of the Anatolian and the Arabian platforms on the Russian Plate. The eastern part of the North Caucasus, i.e. the territories of Dagestan, Chechnya, Ingushetia, North Ossetia and Kabardino-Balkaria, is considered as the most seismically active. In addition, surface endogenous processes (landslides, debris and landslides) are widespread in the North Caucasian Federal District. In this regard, it is particularly relevant to conduct long-term comprehensive monitoring of volcanic, seismic, glaciological and landslide hazards and possible catastrophic events associated with them by means of complex geological and geophysical and glaciological studies aimed at prediction, prevention and reduction of damage from natural and anthropogenic disasters. In parallel, information on the dynamics of the melt in the near-surface magmatic chambers and on the depths of their roofs will be obtained; it will make it possible to identify renewable sources of endogenous energy (heat of magmatic melt) and to assess the possibility and cost-effectiveness of their use for the construction of environmentally friendly GEO thermal power plant (TPP). The North Caucasus region can be considered as a unique natural laboratory of exceptional interest, both for basic science and for the development of the mineral resource base and power

industry (renewable sources of thermal energy). Creation of a geological and geophysical polygon is necessary to ensure the safety of life of the population, the transition to clean energy sources and the development of the recreational sector.

*Keywords:* dangerous natural and anthropogenic processes, the North Caucasus, monitoring, deep structure, magmatism, seismic hazard, glaciers

### Введение

Кавказ является примером конфликтного взаимодействия человека и природы, заключающегося в активизации эндогенных и экзогенных процессов, в том, числе и техногенного характера, как следствие нарушения экологического равновесия окружающей среды. Основными направлениями техногенного разрушения являются горнодобывающая отрасль и строительство транспортных коммуникаций [1-3].

Создание пространственных глубинных 3D моделей на уровнях подошвы гранитно-метаморфического слоя и границы Мохо, даст возможность определить корреляционную связь известных месторождений с морфоструктурными особенностями моделей и возможные признаки продолжения рудных зон на значительные глубины, а тектонические нарушения глубокого заложения на возможное продолжение в мантию, что коренным образом может изменить научную и прикладную значимость таких разломов. Задача глубинного моделирования может быть решена многообещающим методом микросейсмического зондирования (ММЗ) на основе поверхностной волны Рэлея [4-8]. В настоящее время два профиля Степное – Бакуриани и Волгоград - Нахичивань, пересекающие поперек структуры Центрального Кавказа в его восточной части, выполнены методом ГСЗ [9-10]. Единичные профили пересекают стратовулканы Эльбрус и Казбек, наблюдения велись сейсморазведкой МОВЗ и гравимагнитными методами, данные которых позволяют сделать вывод о разной стадии развития вулканов. Данные над Казбеком не подтверждают наличия сред в жидком состоянии и признаки вулкана в геофизических полях отсутствуют в отличие от Эльбруса, где такая среда отмечается по аномалии электропроводности, хотя «спящие» вулканы имеют обыкновение просыпаться и всякая попытка деления вулканов на активные и неактивные, действующие и недействующие весьма и весьма условна и не может быть отнесена к длительному промежутку времени [11-17].

Ниже приводится перечень поставленных задач, которые необходимо решить:

1. Формирование системы комплексного мониторинга вулканической и сейсмической опасностей.
2. Выявление связей субдукционных, коллизионных, задуговых, континентально-рифтогенных и других процессов с магмо- и эндогенным рудообразованием.
3. Установление масштабов проявления альпийского магматизма в формировании континентальной коры.
4. Получение новых данных по глубинному строению, тектонике, геодинамике региона.
5. Получение новых данных по эволюции магматизма на альпийском этапе развития региона и формированию месторождений полиметаллов и благородных металлов.
6. Выявление факторов контроля месторождений рудных полезных ископаемых.
7. Разработка критериев для оценки современного состояния «спящих» вулканов.
8. Оценка возможности и рентабельности использования эндогенного возобновляемого источника тепловой энергии магматических камер «спящих» вулканов Казбек и Эльбрус, и петротермальных массивов на доступной бурению глубине.

Все это должно лечь в основу создания Международного исследовательского центра – Геолого-геофизического полигона» [18], где регион представляет собой уникальную природную лабораторию, представляющий исключительный интерес, как для фундаментальной науки, так и для развития минерально-сырьевой базы и энергетики (вулканические и магматические возобновляемые источники тепловой энергии). Предполагается изучение состояния вещества в вулканических камерах, выявление петротермальных массивов (3,5-4,0 км), восполня-

емых источников энергии (тепло магматического расплава), и оценка возможности и рентабельности строительства ГЕО ТЭС [19-20].

### **Основные направления комплексных исследований**

Реализация Программы научных исследований предполагает проведение исследований по нескольким направлениям:

**Направление 1.** Эволюция альпийского магматизма в Кавказской части Восточного сегмента Средиземноморского складчатого пояса. Минералогия магматических комплексов и рудно-магматические системы. Исследования позволят определить:

- 1) Основные тектоно-магматические циклы и дана оценка роли магматизма в формировании континентальной коры КЧВСССП на альпийском этапе развития Палео-Тетиса.
- 2) Эволюция геодинамических обстановок на альпийском этапе развития КЧВСССП.
- 3) Минералого-геохимические и изотопные (Rb, Sr, Sm, Nd) характеристики пород альпийских магматических комплексов, расшифрованы их минералогическая специализация и геодинамические обстановки проявления.
- 4) Критерии структурного контроля оруденения и наиболее рациональные методы поисков эндогенной минерализации в ассоциации с конкретными магматическими комплексами.
- 5) Новые данные по эволюции магматизма на альпийском этапе развития региона.
- 6) Закономерности в размещении месторождений рудных полезных ископаемых.

**Направление 2.** Процессы магмообразования: теоретические и экспериментальные работы по установлению условий генерации расплавов альпийских магматических комплексов и оценке роли мантии в формировании расплавов, в результате чего предстоит исследовать следующие темы:

- 1) Химический состав, минералого-геохимические и изотопные особенности пород альпийских магматических комплексов, эволюция магматизма во времени и пространстве.
- 2) Моделирование процессов образования и эволюции недифференцированных базальтов, дифференцированных базальт-андезит-дацит-риолитовых, гранитоидных и щелочных расплавов.
- 3) Минералого-геохимические и изотопные данные альпийских магматических комплексов по данным количественных методов (РФА, РСА, ICPMS, микрозонд).
- 4) Оценка степени контаминации коровых расплавов мантийной компонентой.

**Направление 3.** Оценка современного состояния «спящих» вулканов и разработка системы их комплексного мониторинга. Проект включает следующие виды исследований:

- 1) Обработка ночных тепловых космических снимков на Казбекский, Эльбрусский и Кельский вулканические центры для выявления устойчивых (за последние 15-20 лет) положительных тепловых аномалий.
- 2) Натурные наблюдения на ЭВЦ за известными и новыми фумаролами, появление которых было обусловлено расположенными под ними магматическими камерами с расплавом. Поиск следов катастрофических событий, связанных с прошлой активностью вулканов, и оценка их масштабов.
- 3) Микросейсмозондирование, МОВЗ, МТЗ, гравиметрические и GPS-геодезические исследования по профилям через устойчивые тепловые аномалии для определения глубин залегания магматических камер и оценки агрегатного состояния вещества.
- 4) Динамика теплового поля, как в контурах устойчивых тепловых аномалий, так и за их пределами, а также и на фумарольных полях.

Основными задачами являются:

- 1) Выявление новых фумарол и устойчивых положительных тепловых аномалий, а также динамики известных.

2) Получение информации о глубинах залегания магматических камер, расположенных под устойчивыми тепловыми аномалиями.

3) Разработка критериев оценки перехода «спящих» вулканов из пассивной фазы в активную и оценка их современного состояния;

4) Оценка состояния мантии под «спящими» вулканами по геофизическим и изотопным (величинам изотопных гелиевых отношений в спонтанных газах минеральных источников).

5) Моделирование типов природных катастрофических событий с оценкой их масштабов и степени опасности для окружающей среды в случае возобновления вулканической активности.

6) Разработка системы мониторинга вулканической опасности в исследуемом регионе.

7) Оценка возможности использования эндогенного возобновляемого источника тепловой энергии магматических камер «спящих» вулканов Казбек и Эльбрус для электро- и теплоснабжения.

**Направление 4.** Глубинное строение, современная геодинамика, оценка сейсмической опасности центрального сектора Большого Кавказа в детальном масштабе.

Геолого-геофизические и сейсмологические исследования должны включать:

1) Наблюдения ММЗ вдоль ряда профилей, пересекающих в меридиональном направлении Осетинскую впадину, Терский и Сунженский хребты. Эти профили позволят построить разрезы земной коры в предгорной зоне Большого Кавказа и выявить соотношение ее структур с основными структурами мегантиклинория. Составление приповерхностных геологических разрезов по тем же линиям для увязки особенностей глубинного строения с поверхностной геолого-тектонической структурой. Построение профилей ММЗ близширотного простирания в пределах Республики Северная Осетия-Алания (РСО-А) в предгорной зоне для выяснения строения земной коры на периферии Транскавказского поперечного поднятия.

2) Построение глубинных геолого-геофизической и геодинамической моделей для Центрального сектора Большого Кавказа.

3) Продолжение палеосейсмогеологических исследований в зонах сейсмоактивных разломов и в районах распространения крупных сейсмогенных оползней, а также разжижений грунта для реконструкции долговременного сейсмического режима.

4) На основе совместного анализа палеосейсмологических и палеовулканических данных разработка временной шкалы соотношения периодов сейсмических и вулканических активизаций в голоцене.

5) Проведение работ по оценке сейсмической опасности центрального сектора Большого Кавказа в детальном масштабе; составление карты ДСР для территории РСО-А на вероятностной основе.

6) Создание сейсмологической, геодинамической и геолого-геофизической основы для осуществления мониторинга сейсмической активности центрального сектора Большого Кавказа с целью прогнозирования землетрясений.

**Направление 5.** Мониторинг состояний земной коры тектонически активных зон Большого Кавказа, включая его Осетинский сектор, методами спутниковой геодезии и сейсмологических наблюдений характеризуется определенными достижениями.

На Северном Кавказе создана система геодинамического мониторинга, основанная на региональной сети постоянных ГНСС станций и полевых пунктов для проведения повторно-периодических измерений мобильной GPS аппаратурой.

Среди природных опасностей на Кавказе наиболее ярко выражена сейсмичность, сопровождающаяся широким спектром вторичных процессов. В связи с активизацией опасных природных процессов на Кавказе и, в частности, сходом ледника Колка 20 сентября 2002 года, в конце 2003 года была организована система комплексных наблюдений «Кармадонский параметрический полигон» [21-27].



В настоящее время, в числе основных направлений функционирования локальной сети «Кармадонский параметрический полигон», является изучение и прогноз опасных эндогенных (вулканическая деятельность, землетрясения и т.д.) и экзогенных (сход лавин, ледников, оползней и т.д.) геологических процессов. Прогноз землетрясений рассматривается с точки зрения исследования инженерно-сейсмологической ситуации региона и разработки вероятностных карт сейсмической опасности, представляющих среднесрочные и долгосрочные прогностические документы.

### Сейсмологические наблюдения

По данным ООН (Living with risk, 2002), катастрофы сейсмического характера составляют около 51% от общего числа природных катаклизмов и доминируют в ряду всех видов катастроф [1, 4, 28].

Наибольшую опасность в силу своей близости к территории гг. Владикавказ и Алагир представляет Владикавказский разлом, сейсмический потенциал которого оценивается  $M=7.1$  (Рогожин, 2007) [29]. В связи с этим и, учитывая активизацию опасных природных процессов на Кавказе, включая неожиданный сход ледника Колка 20 сентября 2002 года, существующая Республиканская сейсмическая сеть наблюдений Геофизического института в конце 2003 года была преобразована в сеть комплексных наблюдений «Кармадонский параметрический полигон» (рис. 1) для организации современной системы сейсмологических, геодинамических и гравиметрических наблюдений [30].

В 2006 г. сейсмологическая сеть была модернизирована заменой устаревших цифровых регистраторов сейсмических сигналов «Альфа-Геон» регистраторами нового поколения «Дельта-Геон». Это позволило увеличить продолжительность регистрации записей за счет применения флеш-карт большой емкости и наладить службу точного времени (GPS) и др.

По мнению М.Г. Бергера Колкинская (Кармадонская, Геналдонская) ледниковая катастрофа 20 сентября 2002 года является одним из проявлений поствулканического процесса, носившего характер направленного взрывоподобного внезапного газодинамического выброса ледника [31-42].

Справедливости ради отметим, что гипотеза внезапного газодинамического выброса не находит инструментального подтверждения, о чем свидетельствует отсутствие соответствующих вступлений объемных или поверхностных волн на записях всех сейсмостанций, расположенных в радиусе от 16 до 40 км.

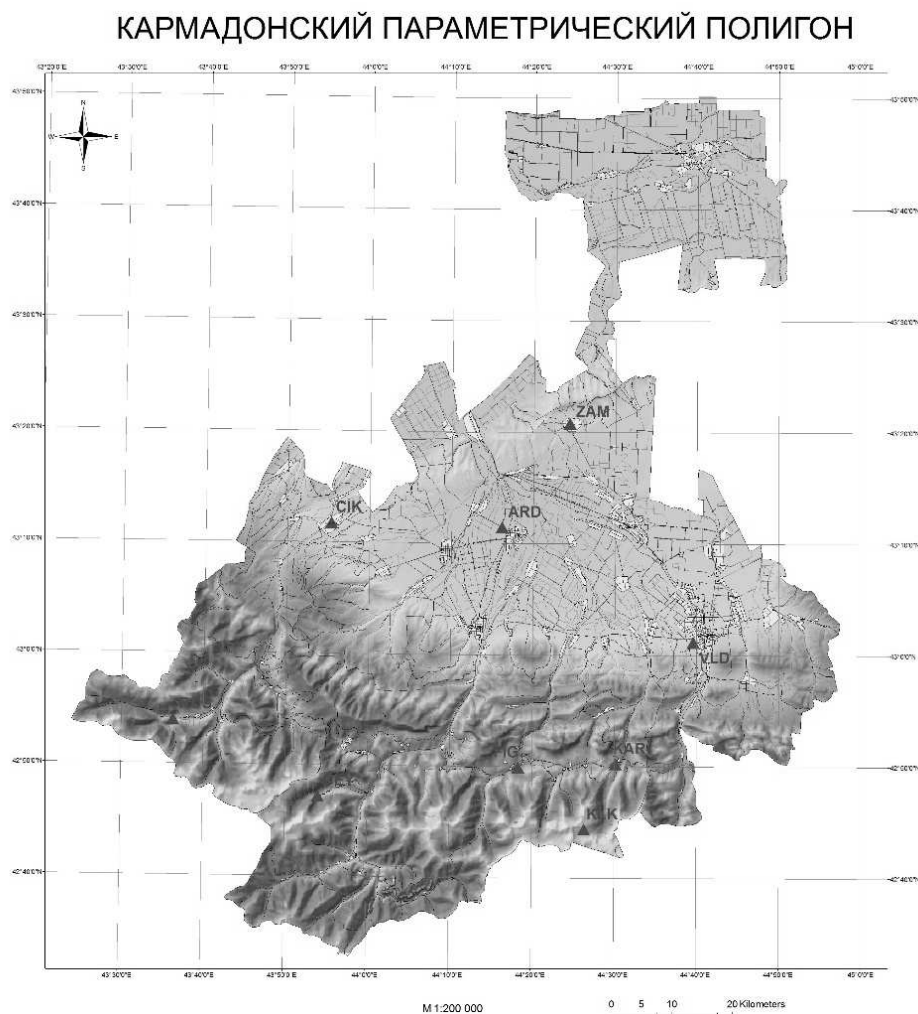
В настоящее время важнейшими предвестниками вулканических извержений следует считать:

1. Сейсмические (включая выделение и изучение различных типов низкочастотного сейсмического дрожания).
2. Газовые (эманационные).
3. Геотермические.
4. Гидрогеодинамические.
5. Геодезические (особенно – наклонометрические).

При этом даже при однозначности прогнозного комплекса и валидности аппаратных комплексов и инструментальных данных время извержения может быть неспрогнозировано, как это имело место, например, с вулканом Сент-Хеленс 18 мая 1980 г. на северо-западе США (штат Вашингтон), когда произошло крупнейшее в XX веке сверхгигантское направленное извержение (взрыв). Одна из основных причин этого – непродолжительное сейсмическое затишье перед извержением.

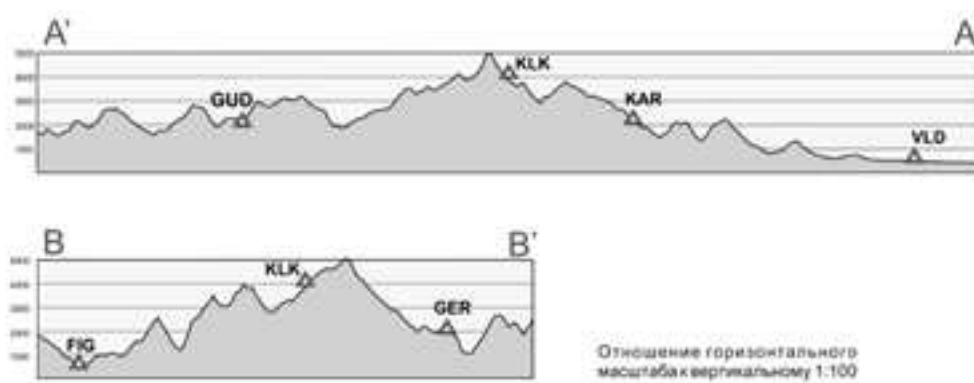
Поэтому важнейшими условиями успешного прогноза начала вулканического извержения являются использование как можно более широкого комплекса наблюдений и непрерывность проведения наблюдений в рамках каждого из методов перечисленного комплекса [43-46].

Одной из основных задач являлось развитие инструментальных наблюдений непосредственно в верховьях реки Геналдон. В 2011 году был разработан проект организации пункта инструментальных наблюдений непосредственно в районе ложа ледника Колка. 27 апреля 2012 г. при поддержке ГУ МЧС РФ по РСО-А на пункт забрасывается оборудование и позднее группой альпинистов под руководством О.Н. Рыжанова на высоте 2970 метров над уровнем моря монтируется и запускается сейсмическая станция, которая стала функционировать, таким образом, 19 мая 2012 г. (рис. 1-2, код станции KLK) [47-48, 76-78].



*Рис. 1. Сеть сейсмологических наблюдений Кармадонского параметрического полигона*

17 мая 2014 года произошел обвал массы льда и горных пород в районе Девдоракского ледника. Зона отрыва находится на восточном склоне Казбека, в области питания правой ветви ледника Девдорак, на высоте 4400-4500 м. Обвал прошел правее (южнее) основного Девдоракского ледопада, и упал на язык ледника. Далее имела место трансформация обвала в «лавинообразный поток» или «каменно-ледовую лавину» [49]. Образовавшийся завал перегородил устье реки Терк, что привело к образованию подпрудного озера. Опасность прорыва, угрожающая г. Владикавказу сохранялась вплоть до момента, когда Терек заполнил деривационный тоннель и уровень воды начал снижаться. Весь процесс движения лавинообразного потока зарегистрирован сейсмическими станциями Кармадонского параметрического полигона, расположенными в непосредственной близости от зоны транзита (рис. 3) [50-52].



**Рис. 2. Расположение сейсмических станций: KLK – Колка, FIG – Фиагдон, KAR – Кармадон, VLD – Владикавказ, GER – Гергети, GUD – Гудаури**

Таким образом, показаны возможности сети регистрировать геодинамические процессы различной природы (оползни, обвалы, сходы, селей, лавин). Дальнейшее изучение спектрально-временных особенностей, проявления которых позволит разработать способы классификации и определения основных параметров (локализация, оценка выделившейся энергии).

Другой важной задачей явилось создание сейсмической сети наблюдений на урбанизированной территории с целью изучения влияния грунтовых условий на проявление землетрясений (интенсивность, спектральный состав и т.д.). Создание системы сейсмических наблюдений, согласно рекомендациям ООН, обязательны для урбанизированных территорий, расположенных в зоне высокой сейсмической опасности. Это особенно актуально для Северного Кавказа, где такие наблюдения, практически, отсутствуют.

В связи с этим и для оценки особенностей воздействия активных разломов на инфраструктуру города Владикавказа в процессе выполнения международного проекта Программы НАТО «Science for Peace» по теме «Оценка сейсмического риска больших городов Кавказа. Способы управления риском» было принято решение развернуть локальную сеть сейсмических

наблюдений на участках с различными грунтовыми условиями. Уже в августе 2004 г. впервые на Северном Кавказе была организована постоянная локальная сеть сейсмических наблюдений в г. Владикавказе (рис. 4). Главной задачей создания локальной сети явилась необходимость оценки влияния грунтовых условий на формирование интенсивности и спектрального состава землетрясений [53-61].

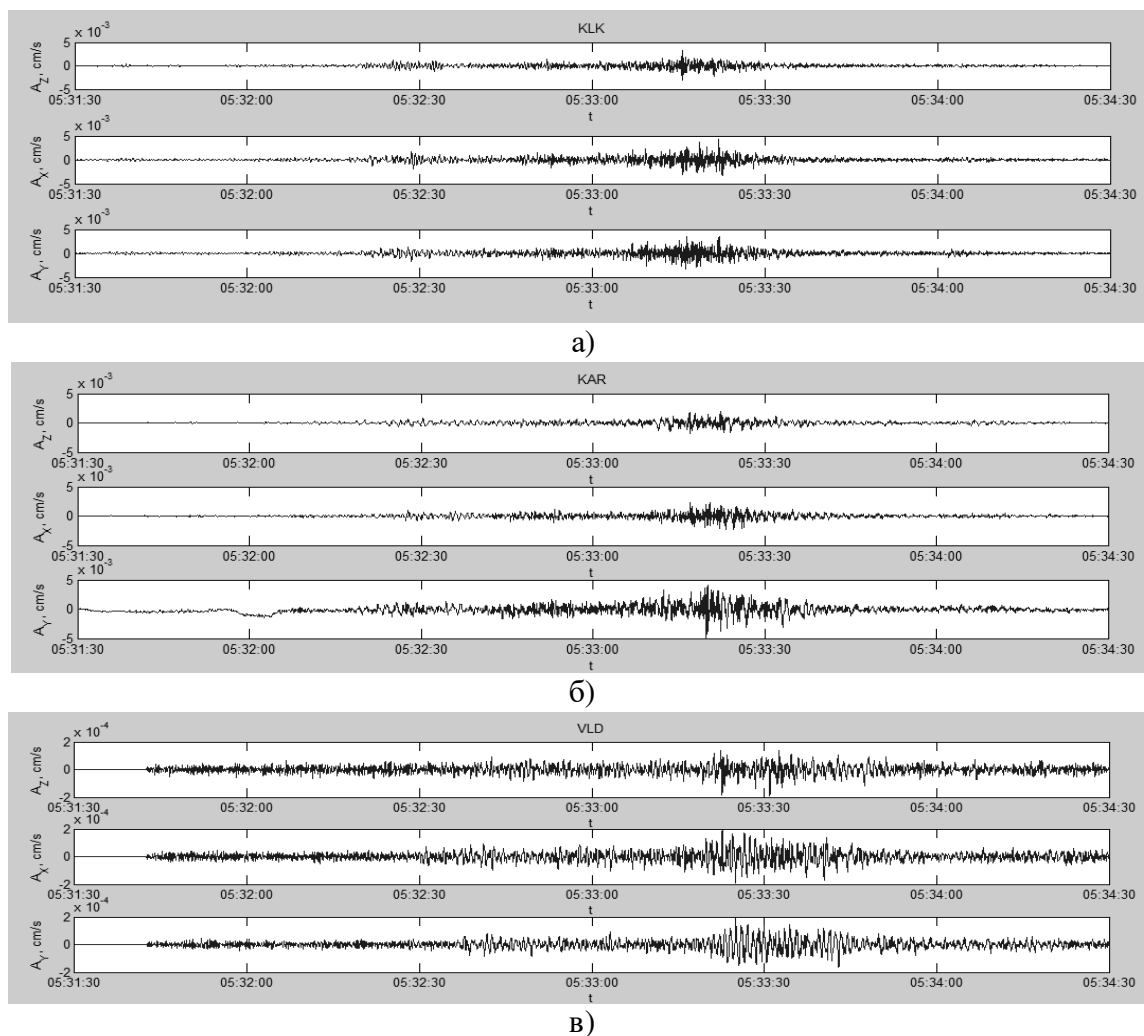


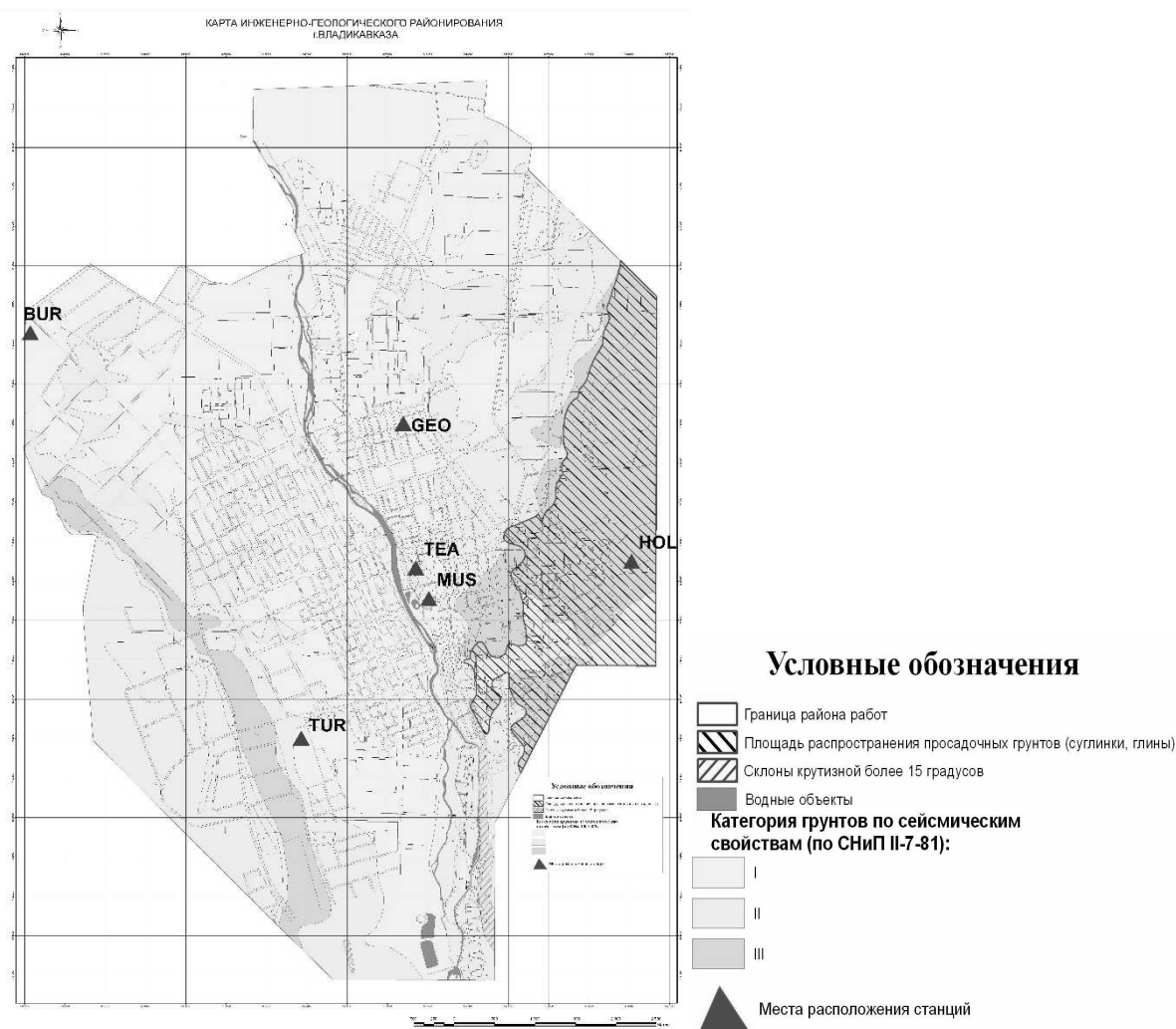
Рис.3. Сейсмические записи процесса движения лавинообразного потока 17 мая 2014 г.: а) Колка (код станции KLK); б) Кармадон (код станции KAR); в) Владикавказ (код станции VLD)

В 2010 году в процессе выполнения работы сеть была расширена и дополнена двумя станциями по улицам Гадиева и Владикавказской (BUR и TUR, соответственно).

В 2010-2013 гг. для учета особенностей влияния грунтовых условий организованы и функционировали цифровые сейсмические станции на территориях гг. Ардон, Алагир, Беслан и позже на территориях гг. Дигора, Моздок и с. Чикола.

### Геодинамическая сеть

Характеристики современных движений и деформаций являются одними из основных показателей при исследовании развития геодинамических процессов геологической среды. Функционирование Северо-Кавказской деформационной сети позволило создать надежную систему наблюдения за современными движениями и деформациями земной коры [62-65].



**Рис. 4. Схема расположения сейсмических станций на территории г.Владикавказа, инженерно-геологические условия исследуемой территории**

Северо-Осетинскую сеть пунктов GPS, фактически, можно рассматривать в качестве продолжения Северокавказской геодинимической сети, которая включает пункты GPS, созданные и использованные для измерений по разным проектам предыдущих эпох.

Первая эпоха измерений GPS относится к июлю-августу 1991 г., когда сотрудниками ИФЗ АН СССР совместно с американскими специалистами были выполнены измерения по Международному проекту Кавказ-1991 (Галаганов и др. 2007).

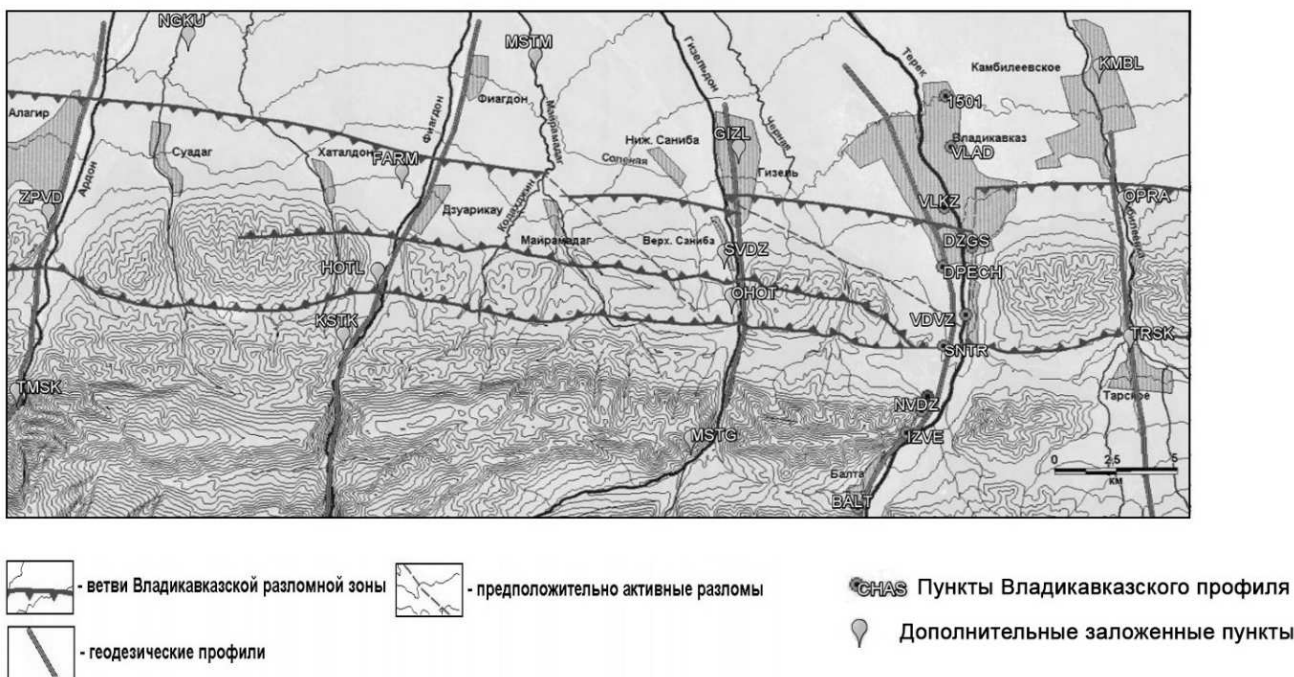
С целью развития Северо-Кавказской региональной сети стационарных станций наблюдения спутников GPS/ГЛОНАСС в 2008 г. в здании Центра геофизических исследований по Договору с ГАИШ МГУ и ВНИЦ РАН и PCO-A была заложена стационарная станция «Владикавказ» (код станции VLAD) (рис. 5), которая работает в стационарном режиме.

Оценка текущих координат проводилась методом PPP (Precise Point Positioning), реализованного в составе программного комплекса BERNESE 5.0 [66]. Текущие значения координат для станции VLAD показаны на рис. 6. Оценки скоростей проводились относительно системы ITRF2005. Для станции VLAD получены следующие значения компонент скоростей: E  $25,7 \pm 1,4$ , N  $14,5 \pm 0,9$ , U  $-3,6 \pm 2,4$ , что соответствует горизонтальному вектору скорости  $29,5 \pm 1,4$  мм/год, азимут  $60,6$  градусов. Данная величина соответствует, в общем, полю скоростей Северного Кавказа, полученного по данным станций NDCA – быстрое горизонталь-

ное движение в северо-восточном направлении практически с одинаковыми скоростями, около 28 мм/год.

Одной из важнейших геологических структур на территории Северной Осетии является Владикавказский разлом (рис. 6). Предварительно его сейсмический потенциал оценивается магнитудой больше семи ( $M=7,1$ ) [29] и выделяется по геофизическим данным [67]. В приповерхностной части ему соответствует расслоенная вертикальная флексура с размахом смыкающего крыла до 10 км и углом падения до  $60^\circ$  [12]. По конфигурации он интерпретируется как поддвиг Предкавказского мегаблока Скифской эпигерцинской плиты под кристаллический массив горного сооружения [67]. Поверхность фундамента в районе Владикавказского разлома опущена на глубину до 5-6 км. По данным горизонтальных градиентов силы тяжести установлено, что разлом прослеживается не повсеместно. С учетом изложенных обстоятельств расположение г. Владикавказа в опасной близости от сейсмогенного разлома и возможное появление в этом разломе зоны сейсмического затишья являются более чем достаточным обоснованием для создания на разломе системы наблюдений, способной ответить на вопрос: готовится или нет в этой зоне очаг, способный генерировать сильное землетрясение [63].

Основными элементами такой системы являются деформационно-геодезические прогнозные профили, ортогонально пересекающие сейсмогенный разлом. Длины таких профилей должны быть сопоставимы с шириной очагов сильных землетрясений – первые десятки километров.



**Рис. 5. Расположение пунктов Владикавказского геодинимического прогнозного полигона в зоне Владикавказской разломной зоны**

С целью достоверного определения вида измеряемых деформаций расстояние между пунктами наблюдений [62, 68-70] не должно превышать один километр и т.д. Размещение профилей показано на рис. 5. Деформационно-геодезическая основа Владикавказского прогнозного полигона состоит из пяти геодезических прогнозных профилей, пересекающих Владикавказский сейсмогенный разлом [64].

### Гравиметрические измерения

Первые опорные гравиметрические пункты на Северном Кавказе были заложены в 1994 г. в рамках международного проекта SELF (Sea Level Fluctuations). В 1994 г. совместно со специалистами института IFAG (Германия) были сделаны измерения абсолютных значений силы тяжести баллистическим гравиметром FG5 № 101 в Баксанской подземной обсерватории ГАИШ (Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга) (п. Нейтрино, Кабардино-Балкария) и Зеленчукском филиале Института прикладной астрономии РАН (ст. Зеленчукская, Карачаево-Черкесия) [71]. В настоящее время сеть пунктов повторных измерений абсолютных значений силы тяжести в Северо-Кавказском регионе покрывает территории трех республик: Карачаево-Черкесию, Кабардино-Балкарию и Северную Осетию, и состоит из семи пунктов: «Зеленчукская», «Нейтрино», «Азау», «Терскол», «Нальчик», «Владикавказ» и «Ардон» [72-73]. С появлением в России относительных гравиметров Scintrex CG3 и CG5, погрешности относительных измерений стали сравнимы с погрешностями абсолютных гравиметров. Так как затраты на проведение абсолютных гравиметрических измерений практически на порядок превышают затраты на относительные измерения, ряд задач высокоточной гравиметрии может быть успешно решен съемкой относительными гравиметрами [72].

Гравиметрическая съемка была выполнена в два периода (в июле 2010 г. и в июне 2012 г.) гравиметром Scintrex CG5 № 567.

Совмещение абсолютных и относительных измерений, выполняемых на одних и тех же постаментов, выгодно по трем причинам:

1. Пункты совмещены, поступающая информация дублируется, достоверность, и качество ее повышается.
2. Пункты находятся внутри зданий, влияние окружающей среды минимизируется.
3. Измерения проводятся на пунктах с известными абсолютными значениями, автоматически происходит определение цены деления относительных гравиметров.

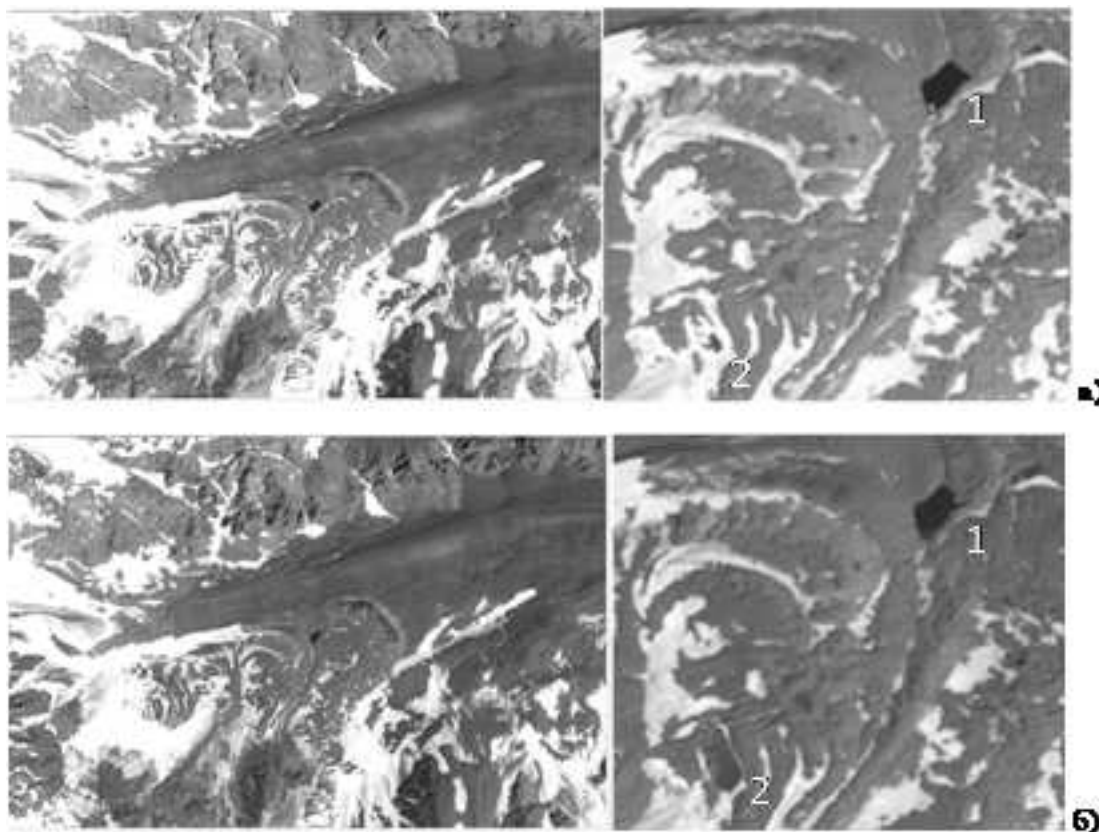
Работы по измерениям выполнялись группой специалистов Геофизического института ВНИЦ РАН (Владикавказ) и ГАИШ МГУ (Москва) относительным гравиметром CG5 № 567 канадской фирмы Scintrex.

Для выполнения относительных измерений силы тяжести были выбраны следующие абсолютные гравиметрические пункты: «Ардон», «Владикавказ». Пункт «Ардон» расположен в здании антенного комплекса «Антенные поля», принадлежащего МЧС России в районе города Ардон Республики Северная Осетия. Пункт «Владикавказ» заложен в 2008 году. Пункт расположен в одноэтажном здании ГФИ ВНИЦ РАН. Марка заложена в постаменте размером 122x120 см высотой 120 см, установленном на мощных галечниковых отложениях. Марка находится на 7 мм ниже поверхности постаментов.

Все измерения выполнялись в соответствии с «Инструкцией по гравиразведке» 1980 г. по схеме повторных связей типа А-В-А [74-75].

### **Космический мониторинг**

С 2016 г. Геофизический институт получает информацию ДЗЗ НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы». Одним из первоочередных участков мониторинга выбран район Казбекского вулканического центра. В панхроматическом режиме разрешение снимков не хуже 1 м, многоспектральная съемка осуществляется с разрешением 3 м. На рис. 6. Представлены комплексированные изображения ложа ледника Колка, полученные с КА «Ресурс-П» 15 июля (а) и 18 июля (б) 2016 года. Площадь озера № 1 в верхней части увеличенного фрагмента составляет 1500 м<sup>2</sup>, площадь озера № 2 за период наблюдений увеличилась с 250 м<sup>2</sup> до 1600 м<sup>2</sup>.



**Рис. 6.** Космические снимки ложа ледника Колка 15.07.2016 (а) и 18.07.2016 (б); КА «Ресурс-П», съемка произведена аппаратурой «Геотон», комплексированное изображение.

### Выводы

В связи с активизацией опасных природных процессов на Кавказе и, в частности, сходом ледника Колка 20 сентября 2002 года в конце 2003 года была сформирована сеть комплексных наблюдений «Кармадонский параметрический полигон».

Целью создания сети «Кармадонский параметрический полигон» является разработка концепции безопасности населения горных регионов и создание эталонных сценариев опасных геологических процессов.

Комплексная система наблюдений включает в себя сейсмологические, геодинамические и гравиметрические наблюдения.

Сейсмологические наблюдения с 2006 года реализуются на территории Северной Осетии отечественными регистраторами «Дельта-Геон»-2М со службой точного времени за счет использования GPS и необходимой продолжительностью регистрации записей движений.

С целью развития Северо-Кавказской региональной сети стационарных станций наблюдения спутников GPS/ГЛОНАСС и получения площадных данных в здании Центра геофизических исследований в 2008 г. была заложена стационарная станция «Владикавказ».

В 2008 году в здании Геофизического института был также заложен гравиметрический пункт «Владикавказ», оснащенный современным гравиметром Scintrex CG-5.

В 2010 году для повышения точности относительных гравиметрических измерений был заложен пункт с абсолютным значением силы, который используется для определения оптимального интервала сползания нуля-пункта относительного гравиметра и длины рейса.

В 2012 г. в районе ложа ледника Колка (Россия) на высоте 2970 метров над уровнем моря была развернута сейсмическая станция, которая 17 мая 2014г. зарегистрировала сход селя с



южной стороны г. Казбек (Грузия) по ущелью Девдораки, проторенному неоднократно Девдоракскими ледниками.

Таким образом, на территории РСО-А сформирована современная система наблюдений, позволяющая достаточно полноценно решать прогностические проблемы опасных природно-техногенных процессов и смягчения рисков различной природы.

### Литература

1. Гончаренко О.А., Заалишвили В.Б., Караев Ю.И., Никитин М.Ю. Опасные геологические процессы Северного Кавказа // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А, 2008. С. 160-166.
2. Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Кануков А.С., Майсурадзе М.В. Влияние горнодобывающей деятельности на загрязнение окружающей среды // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 8-13.
3. Burdzieva O., Zaalishvili V., Beriev O., Kanukov A., Maysuradze M. Mining impact on environment on the North Ossetian Territory // International Journal of Geomate. – 2016. – Т. 10, № 19. – С. 1693-1697.
4. Svalova V.B., Zaalishvili V.B., Ganapathy G.P., Nikolaev A.V. Natural hazards and disasters in mountain areas // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 2. С. 99-115.
5. Цуканов А.А. Исследование и развитие метода микросейсмического зондирования. // Международная Научная Конференция "Ломоносов-2010", апрель 2010, МГУ, Москва.
6. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Заалишвили В.Б., Степанова М.Ю., Харазова Ю.В., Андреева Н.В., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Дзедобоев Б.А., Габараев А.Ф. Новые представления о глубинном строении Осетинского сектора Большого Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 4. С. 3-7.
7. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О. Комплексный анализ геологических данных и скоростной модели ММЗ на разрезах Центрального Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 4. С. 52-67.
8. Gorbatikov A. V., Rogozhin E. A., Stepanova M. Y., Kharazova Y. V., Andreeva N. V., Perederin F. V., Zaalishvili V. B., Melkov D. A., Dzeranov B. V., Dzeboev B. A., Gabaraev A. F. The pattern of deep structure and recent tectonics of the Greater Caucasus in the Ossetian sector from the complex geophysical data // Izvestiya, Physics of the Solid Earth. – 2015. – Т. 51, № 1. – С. 26-37.
9. Rogozhin E., Gorbatikov A., Zaalishvili V., Stepanova M., Andreeva N., Kharazova Y. New data on the deep structure, tectonics, and geodynamics of the Greater Caucasus // Doklady Earth Sciences. – 2015. – Т. 462, № 1. – С. 543-545.
10. Краснопевцева, Г.В. Новая интерпретация данных ГСЗ по профилю Степное-Бакуриани на Кавказе / Г.В. Краснопевцева, Б.А. Матушкин, В.И. Шевченко // Советская геология. – 1970. – № 8. – С. 113-120.
11. Павленкова Г.А. Строение земной коры Кавказа по профилям ГСЗ Степное-Бакуриани и Волгоград-Нахичивань (результаты переинтерпретации первичных данных). Физика Земли. 2012. № 5. С. 16-25].
12. Шемпелев А.Г. Разломно-блоковая тектоника Северного Кавказа по геофизическим данным // Геологический журнал. Киев, 1982. №4. С. 97-108.
13. Шемпелев А.Г., Пьянков В.Я., Лыгин В.А., Кухмазов С.У., Морозова А.Г. Результаты геофизических исследований вдоль Приэльбрусского профиля (вулкан Эльбрус – Кавказские Минеральные Воды) // Региональная геология и металлогения. С.-П.-Изд. ВСЕГЕИ. № 25 – 2005. С. 178-185.
14. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Трофименко С.Н., Шемпелев А.Г. Глубинные геофизические исследования в Северо-Кавказском Федеральном округе: проблемы глубинной геологии и геофизики в региональных исследованиях. о зоне предполагаемого Ардонского межглыбового разлома // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 2. С. 11-20.
15. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Шемпелев А.Г. Об особенностях геофизических полей над Эльбрусом и Казбеком // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 27-33.

16. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Шемпелев А.Г. Признаки геодинамической обстановки и элементов структурно-вещественных комплексов центрального Кавказа на глубинном разрезе Геналдонского профиля // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 4. С. 58-74.
17. Shempelev A., Zaalishvili V., Kukhmazov S. Deep structure of the western part of the Central Caucasus from geophysical data // *Geotectonics*. – 2017. – Т. 51, № 5. – С. 479-488.
18. Заалишвили В.Б., Кусраев А.Г. О Российско-Иранском сотрудничестве в области наук о Земле // Иран и Северный Кавказ: история и перспективы сотрудничества: материалы Международной научно-практической конференции. Ч. II; Сев.-Осет. гос. ун-т. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2018. С. 108-111.
19. Zaalishvili V., Nevskaya N., Nevskii L., Shempelev A. Geophysical fields above volcanic edifices in the North Caucasus // *Journal of Volcanology and Seismology*. – 2015. – Т. 9, № 5. – С. 333-338.
20. Федотов С.А., Уткин И.С., Заалишвили В.Б., Уткина Л.И. Оценка возможности использования тепла, накопленного магматическим очагом вулкана Эльбрус во вмещающих его породах, для производства электроэнергии // Геология и геофизика Юга России. 2011. № 1. С. 32-37.
21. Zaalishvili V. B., Melkov D. A., Burdzieva O. G. Possibilities of geothermal energy use on the North Caucasus (A view on a problem from Azores example) // *Ecology, Environment and Conservation*. – 2015. – Т. 21, № November. – С. S145-S149.
22. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. и его макросейсмическое проявление по инструментальным данным современных регистрационных систем // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 3. С. 29-44.
23. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 4. С. 25-32.
24. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Кануков А.С., Шемпелев В.Д. Мониторинг опасных природных и техногенных процессов на территории РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 1. С. 17-27.
25. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода каменно-ледовой лавины в районе ледника Девдорак 17 мая 2014 года по инструментальным данным Кармадонского параметрического полигона // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 4. С. 39-47.
26. Zaalishvili V. B., Mel'kov D. A. Reconstructing the Kolka surge on September 20, 2002 from the instrumental seismic data // *Izvestiya-Physics of the Solid Earth*. – 2014. – Т. 50, № 5. – С. 707-718.
27. Zaalishvili V. B., Nevskaya N. I., Mel'kov D. A. Instrumental geophysical monitoring in the territory of northern Caucasus // *Izvestiya-Physics of the Solid Earth*. – 2014. – Т. 50, № 2. – С. 263-272.
28. Баласанян С. Ю., Назаретян С. Н., Амирбемян В. С. Сейсмическая защита и ее организация. // Гюмри «Эльдорадо», 2004. – 436с.
29. Zaalishvili V.B., Rogozhin E.A. Assessment of Seismic Hazard of Territory on Basis of Modern Methods of Detailed Zoning and Seismic Microzonation // *The Open Construction and Building Technology Journal*, 2011, Volume 5, pp. 30-40
30. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Современные геодинамические процессы Казбеги-Кельского района Центрального Кавказа. Институт географии им. В.Багратиони АН Грузии, Тбилиси, 2005, 154 с.
31. Бергер М.Г., Заалишвили В.Б. Об эволюции и современном состоянии представлений некоторых гляциологов о катастрофе на леднике колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. список л. в. Десинова: факты и артефакты // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4. С. 110-121.
32. Бергер М.Г. О проявлении ударной воздушной волны при взрывоподобном внезапном газодинамическом выбросе ледника Колка 20 сентября 2002 года // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 2. С. 76-85.
33. Бергер М.Г. Вода, вода... (об основной гляциологической версии причин и механизма катастрофы на леднике Колка и в геналдонском ущелье 20 сентября 2002 года) // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 3. С. 93-106.

34. Бергер М.Г. Газогляциодинамика - новая область исследований ледников и связанных с ними эндогенных опасных природных процессов катастрофического уровня // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 4. С. 18-46.
35. Бергер М.Г. Некоторые общие вопросы изучения газодинамических и газогляциодинамических явлений // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 1. С. 5-37.
36. Бергер М.Г. О некоторых особенностях истории и современного состояния исследований катастрофы на леднике колка и в генадонском ущелье 2002 года // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 2. С. 117-131.
37. Бергер М.Г. Катастрофические ледово-каменные инерциальные газодинамические лавинообразные потоки как проявления пароксизмальных взрывоподобных направленных газодинамических выбросов ледников. О соотношении понятий "лавинообразный поток" и "сель" // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 3. С. 152-165.
38. Бергер М.Г. Отложения взрывоподобного направленного газодинамического выброса ледника - новый генетический тип осадочных образований // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 4. С. 20-30.
39. Бергер М.Г. О генетических типах катастрофических лавинообразных потоков и динамических типах ледников, опасных по их проявлению // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 3. С. 13-26.
40. Бергер М.Г. Об уникальности случая с ледником Колка // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 1. С. 93-108.
41. Бергер М.Г. О противоречивости и необоснованности гляциологических представлений о катастрофической пульсации ледника Колка, ее причинах и аналогах // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 2. С. 83-90.
42. Бергер М.Г. О роли сейсмотектоники в Колкинской катастрофе 2002 года // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 3. С. 5-16.
43. Адцеев В.Г., Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. К вопросу создания единой системы наблюдений за катастрофическими явлениями // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 4. С. 5-8.
44. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Единая система наблюдений за катастрофическими явлениями: информационные протоколы // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 4. С. 73-77.
45. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Кануков А.С. Возможности современных технологий в создании телеметрических систем наблюдений за катастрофическими явлениями и районами их возможного развития // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 4. С. 78-83.
46. Кануков А.С., Мельков Д.А. Практическая реализация геоинформационной системы с поддержкой моделирования последствий опасных природно-техногенных процессов // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 2. С. 30-45.
47. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Организация сейсмологических наблюдений в верховьях реки Генадон и Кармадонском ущелье с использованием спутниковой телеметрической системы передачи информации // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 4. С. 44-50.
48. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Симакин А.Г., Рыжанов О.Н. Обеспечение работы телеметрической системы сейсмологических наблюдений в экстремальных климатических условиях высокогорья // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 19-26.
49. Черноморец С.С. Новый «Казбекский завал» 17 мая 2014 года (Отчет о полевом обследовании 18-20 мая 2014 г.). МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. 20 с.
50. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Кануков А.С., Габараев А.Ф., Шепелев В.Д. Сход каменно-ледовой лавины в районе ледника Девдорак 17 мая 2014 года по инструментальным данным // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4. С. 122-128.
51. Заалишвили В.Б., Бергер М.Г., Малиев И.Н., Мельков Д.А., Кануков А.С., Макиев В.Д. Развитие системы инструментального мониторинга Казбекского вулканического центра // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 4. С. 44-51.
52. Zaalishvili V. B., Melkov D. A., Dzeranov B. V., Morozov F. S., Tuayev G. E. Integrated instrumental monitoring of hazardous geological processes under the Kazbek volcanic center // International Journal of GEOMATE. – 2018. – Т. 15, № 47. – С. 158-163.

53. Zaalishvili V. B., Melkov D. A., Kanukov A. S., Dzeranov B. V., Shepelev V. D. Application of microseismic and calculational techniques in engineering-geological zonation // International Journal of GEOMATE. – 2016. – Т. 10, № 1. – С. 1670-1674.
54. Zaalishvili V., Melkov D., Gabeeva I. Expected seismic intensity assessment taking into account local topography site effect // International Journal of Geomate. – 2016. – Т. 10, № 19. – С. 1680-1686.
55. Zaalishvili V., Melkov D., Kanukov A., Dzeranov B. Spectral-temporal features of seismic loadings on the basis of strong motion wavelet database // International Journal of Geomate. – 2016. – Т. 10, № 19. – С. 1656-1661.
56. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Кануков А.С. База данных сети сейсмических наблюдений "Владикавказ" // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 14-18.
57. Заалишвили В.Б., Джгамадзе А.К., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Габараев А.Ф., Габеева И.Л., Дзэбоев Б.А., Кануков А.С., Шепелев В.Д. Уточнение инженерно-геологических условий территории с помощью микросейсм (на примере населенных пунктов Республики Северная Осетия-Алания) // Геология и геофизика Юга России. 2015. № 1. С. 5-20.
58. Кануков А.С., Мельков Д.А., Харебов К.С. Геоинформационное моделирование грунтовых условий геологических объектов. банки и базы данных сильных движений // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 2. С. 48-59.
59. Zaalishvili V. Spectral characteristics of seismic waves at strong ground motions // International Journal of Geomate. – 2016. – Т. 10, № 20. – С. 1706-1717.
60. Zaalishvili V. Measurement and Recording Equipment for Seismic Microzoning // Measurement Techniques. – 2016. – Т. 58, № 12. – С. 1297-1303.
61. Zaalishvili V., Kanukov A., Melkov D., Makiev V., Dzobelova L. Development of a unified model of geoinformation system for city planning and integration // International Journal of Geomate. – 2018. – Т. 15, № 51. – С. 160-166.
62. Певнев А.К. О реальном пути к осуществлению прогноза землетрясений // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 1. С. 102-131.
63. Заалишвили В.Б., Певнев А.К., Рогожин Е.А. О геодезическом мониторинге для прогноза землетрясений на Северном Кавказе (на примере Владикавказского прогнозного полигона) // Геология и геофизика Юга России. 2011. № 2. С. 33-40.
64. Певнев А.К., Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. О модернизации геодезических исследований на владикавказском геодинамическом прогножном полигоне // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 84-90.
65. Заалишвили В.Б., Гусева Т.В., Розенберг Н.К., Мельков Д.А. Вопросы практической реализации геодезического мониторинга на примере владикавказского геодинамического прогнозного полигона // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 3. С. 58-64.
66. Милоков В.К., Кануков А.С., Хубаев Х.М. Создание Северо-Кавказской региональной сети стационарных станций наблюдения спутников GPS/ГЛОНАСС // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа. Владикавказ: ВНИЦ РАН и РСО-А, 2009. С. 332-335.
67. Письменный А.Н., Горбачев С.А., Вертий С.Н. и др. ГДП-200 в пределах восточного сегмента зоны Главного хребта Центрального Кавказа (листы К-38-IX, XV). – Ессентуки: ФГУП «Кавказгеолсъемка», 2006.
68. Певнев А.К. Прогноз землетрясений – геодезические аспекты проблемы // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1988. № 12. С. 88–98.
69. Певнев А.К. Пути к практическому прогнозу землетрясений. // М.: ГЕОС, 2003. 153 с.
70. Певнев А.К. О причинах кризиса в проблеме прогноза землетрясений и месте геодезического мониторинга в ее решении // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2009. №8. С. 79–87.
71. Wilmes H., Schafer U., Kopaev A., Richter B., Becker M., Kumkova I., Milyukov V., «First absolute gravity campaign in the Caucasus Region and its relation to the detection of height variations», IGc/ICG Joint Meeting Abstracts, Sept. 11-17, 1994, Graz, Austria.
72. Милоков В.К., Юшкин В.Д., Миронов А.П., Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Дзеранов Б.В. Мониторинг приращений силы тяжести на опорных гравиметрических пунктах северного

- кавказа высокоточными относительными гравиметрами // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 2. С. 39-45.
73. Milyukov V., Yushkin V., Kopaev A., Mironov A., Dem'yanov G., Sermyagin R., Basmanov A., Popad'ev V., Nasretdinov I., Zaalishvili V., Kanukov A., Dzeranov B. Monitoring Current Vertical Movements of the Northern Caucasus by Absolute and Relative Gravimetry // Measurement Techniques. – 2014. – Т. 56, № 10. – С. 1105-1110.
74. ГОСТ 24284-80 Гравиразведка и магниторазведка. Термины и определения.
75. Инструкция по гравиразведке. Утверждена Мингео СССР, ГУНиО, ГУГК, ИФЗ АН СССР. - М., ВТУ, 1980.
76. Черкашин В.И., Дорофеев В.М., Крамынин П.И., Магомедов Р.А., Мамаев С.А., Никуев Р.Ю. Организация инженерно-сейсмометрической службы в Республике Дагестан Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2003. № 14. С. 25-37.
77. Мамаев С.А. Оценка статистической динамической модели здания и статистической модели сейсмического воздействия на основе инженерно-сейсмометрической информации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт комплексных проблем строительных конструкций и сооружений им. В.А.Кучеренко. Москва, 1991
78. Мамаев С.А., Таймазов Д.Г., Магомедов Р.А., Магомедов Ю.М., Магомедов А.Г., Никуев Р.Ю. Наблюдения за микросейсмической эмиссией на территории Дагестана Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 279-281.

УДК 552.02

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-86-94

## О СУТОЧНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ СЛАБЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

*Таймазов<sup>1,2</sup> Д.Г., Магомед-Касумов<sup>3,1</sup> М.Г., Шарапудинов<sup>3,1</sup> Т.И., Султанахмедов<sup>3,1</sup> М.С.*

<sup>1</sup>*Единая геофизическая служба РАН, <sup>2</sup>Институт геологии ДНЦ РАН,*

<sup>3</sup>*Отдел математики и информатики ДНЦ РАН*

Обсуждаются результаты спектрального анализа пятилетних сейсмических наблюдений на территории Восточного Кавказа. Выявлены суточная и полусуточная гармоники в слабой сейсмичности на всей территории Восточного Кавказа и в локальной области вблизи Чиркейского гидроузла. Акрофазы суточных периодов, как правило, приходится на полдень.

*Ключевые слова:* сейсмические наблюдения, спектральный анализ, вариации амплитуд гармоник, акрофазы.

## ON THE DAILY PERIODICITY OF WEAK EARTHQUAKES EAST CAUCASUS

*Taymazov D.G., Magomed-Kasumov M.G., Sharapudinov T.I., Sultanahmedov M.S.*

<sup>1</sup>*Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences,*

<sup>2</sup>*Institute of Geology Dagestan Scientific Center Russian Academy of Sciences,*

<sup>3</sup>*Department of Mathematics and Computer Science Dagestan Scientific Center Russian Academy of Sciences*

The results of spectral analysis of five-year seismic observations in the territory of the Eastern Caucasus are discussed. The diurnal and semi-diurnal harmonics in weak seismicity were revealed on the entire territory of the Eastern Caucasus and in the local area near the Chirkei hydroelectric complex. Acrophases of diurnal periods usually occur in the afternoon.

*Keywords:* seismic observations, spectral analysis, harmonic amplitude variations, acrophase.

### Введение

На текущий момент можно считать достоверно установленным существование суточной периодичности в количестве слабых землетрясений во многих регионах Мира с максимумом, как правило, вблизи полуночи по локальному солнечному времени [1-3]. Исследование таких короткопериодических регулярно повторяющихся процессов, позволяя быстро набирать нужную статистику, играет важную роль в выявлении и количественной оценке причинно-следственных связей сейсмического режима с эндогенными, экзогенными и антропогенными факторами. В связи с этим целями настоящей работы являются апробирование с использованием каталога землетрясений по Восточному Кавказу разработанного и предложенного нами нового подхода к обработке сейсмических наблюдений [4-6, 10, 11] и обсуждение, с учетом полученных результатов, существующих гипотез о причинах внутрисуточных периодических изменений слабой сейсмичности.

### Описание методики анализа сейсмической информации

Из известных методов анализа сейсмичности следует упомянуть предложенную Ю.В. Ризниченко [7] методику расчета сейсмической активности  $A$  по числу очагов землетрясений, произошедших в единицу времени на единичной площади и приведенному к определенному диапазону энергетических классов. При  $A=A_{10}$ , например, сейсмическая активность рассчитывается по формуле

$$A_{10} = \frac{1 - 10^{-\gamma}}{10^{-\gamma(K_{min}-10)}} \frac{S_0 T_0}{ST} N.$$

Здесь  $\gamma$  — наклон графика повторяемости землетрясений,  $K_{min}$  — уровень представительности,  $S$  — площадь осреднения,  $T$  — период наблюдения землетрясений,  $S_0$  — принятая для

$A_{10}$  единица нормирования по площади (как правило,  $S_0 = 1000 \text{ км}^2$ ),  $T_0$  – единица времени (как правило, год),  $N$  – общее число землетрясений энергетических классов  $K \geq K_{min}$ , наблюдаемых на площади  $S$  за время  $T$ . По результатам расчетов строится карта сейсмической активности  $A_{10}$ , изолинии на которой, как правило, проводят через 0.1–1.0 единицы, или график временного хода  $A_{10}$  для фиксированной площади.

Беньофф Г., исходя из предположения, что деформации пропорциональны корню квадратному из энергии, в качестве оценки упругих высвобожденных деформаций (или накопленных условных деформаций) предложил использовать величину [8]

$$\bar{\epsilon} = \sqrt{E}/ST,$$

где  $E$  – суммарная энергия землетрясений на площади  $S$  за промежуток времени  $T$ , которая оценивается по формуле [7,9]

$$K = \lg E(\text{Дж}) = 1,5M + 4,8,$$

где  $K$  – энергетический класс землетрясения.

Общим недостатком этих методов является то, что полученные оценки сейсмической активности или высвобожденных деформаций не вполне адекватно отражают динамику накопления напряжений и энергии упругой деформации в земной коре в период подготовки анализируемых землетрясений, а относятся к моментам их сброса в результате землетрясений, т.е. отражают процесс подготовки землетрясений с существенным запаздыванием. Это затрудняет корреляционный анализ сейсмического процесса с другими сопутствующими геодинамическими процессами. В случае внешнего периодического воздействия на сейсмически активную среду (термобарические факторы, приливы и т.п.), упомянутое запаздывание приводит к десинхронизации этих воздействий с откликом на них сейсмического процесса, существенно уменьшая тем самым амплитуды последних. Степень запаздывания (и десинхронизации) определяется временем подготовки землетрясения – чем больше время подготовки (больше  $K$ ), тем больше степень десинхронизации.

Упомянутые недостатки существующих методов в известной мере устранены в предложенном в [4] способе реконструкции динамических процессов в земной коре и в его программном воплощении [6]. Сущность способа заключается в реконструкции временного хода накопления сейсмической энергии в пределах исследуемой территории или массива горных пород путем построения индивидуального графика накопления энергии в очаговой зоне (ОЗ) каждого землетрясения (в предположении его равномерного поступления) с последующим складыванием ординат индивидуальных графиков в каждой из равномерной последовательности точек на временной оси, соответствующей принятой дискретизации. При этом используется известная эмпирическая зависимость времени подготовки землетрясения от его энергетического класса [9], а дискретизация может быть, как годовой, так и суточной или даже часовой, в зависимости от диапазона энергетических классов анализируемых событий. В настоящей работе принята часовая дискретизация.

Применительно к задаче выявления внутрисуточных периодов в вариациях сейсмичности алгоритм реализации предлагаемого метода включает следующую последовательность шагов: 1) задание границ исследуемой области (площади  $S$  земной поверхности или объема  $V$  массива горных пород, в зависимости от решаемой задачи) и интересующего нас временного интервала; 2) выбор из каталога землетрясений всех событий в заданных пространственно-временных границах, попадающих в анализируемый диапазон энергетических классов и расположение их в хронологическом порядке в интервале  $1 \leq n \leq N$ , где  $n$  – порядковый номер ния в выборке,  $N$  – номер последнего землетрясения; 3) выбор интервала дискретизации в соответствии с диапазоном энергетических классов анализируемых событий (в нашем случае – 1 час); 4) определение сейсмической энергии  $E_n = 10^{K_n}$  в джоулях и времени подготовки в часах каждого землетрясения по формуле  $\tau_n = 10^{0,33K_n + 0,52}$  (ч) [5]; 5) определение скорости накопле-

ния сейсмической энергии в ОЗ землетрясений по формуле  $E_n/\tau_n = 10^{0.67K_n - 0.52}$  (Дж/час); 6) определение накопленной к моменту времени  $t$  выбранного временного интервала сейсмической энергии в каждой ОЗ по формуле  $E_n(t) = (t - t_n + \tau_n) * 10^{0.67K_n - 0.52}$  (Дж) [5], где  $t_n$  – время  $n$ -го землетрясения, а  $t$ ,  $t_n$  и  $\tau_n$  определяются в целых числах часов (без десятичных знаков), причем  $(t_n - \tau_n) \leq t \leq t_n$ ; 7) определение путем сложения  $E_n(t)$ , приходящихся на каждый час, текущих значений условной накопленной сейсмической энергии (УНСЭ)  $E(t)$ ; 8) составление временного ряда значений  $E(t)$  с часовой дискретизацией за весь анализируемый период с  $t_0$  по  $t_N$ , где  $t_0$  – наименьшее значение  $(t_n - \tau_n)$ ; 9) гармонический анализ полученного временного ряда для поиска эффектов модуляции сейсмического потока эндогенными и экзогенными ритмическими процессами; 10) оценка степени выраженности каждой гармоники в спектре путем вычисления отклонения в сигмах амплитуды этой гармоники от среднего значения амплитуд гармоник, попадающих в окрестность радиуса  $R$  исследуемой гармоники. К примеру, если исследуемая гармоника имеет в спектре  $H$  номер  $n$ , то для амплитуд гармоник с номерами из целочисленного сегмента  $[(n-R), (n+R)]$  вычисляется среднее значение

$$ave(n) = \frac{\sum_{j=n-R}^{n+R} H[j]}{2R + 1}$$

и среднеквадратическое отклонение

$$sigma(n) = \sqrt{\frac{\sum_{j=n-R}^{n+R} (H[j] - ave(n))^2}{2R + 1}}$$

Степень выраженности каждой гармоники  $n$  дается величиной  $Rs(n) = \frac{|H[n] - ave(n)|}{sigma(n)}$ , которая наносится на общий график, отражающий амплитуды всех пиков в единицах  $sigma$  (сигма график).

### Использованные данные и результаты их анализа

Для апробации предлагаемого метода использована база данных сейсмологических наблюдений на 16 станциях региональной сети Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН по территории Восточного Кавказа. Исследуемая область ограничена координатами  $41^{\circ}$ - $45^{\circ}$  с.ш. и  $45^{\circ}$ - $49^{\circ}$  в.д. (зона ответственности Дагестанского филиала). Анализируются данные за последние 5 лет (2014-2018 гг.). Выбор этого временного интервала вызван тем, что уверенная регистрация анализируемых нами сейсмических событий 5-го и 4-го энергетических классов стала возможной только после перевода в 2014 г. всех станций на цифровую регистрацию и одновременного повышения качества обработки волновых форм. Отметим при этом, что при гармоническом (спектральном) анализе (поиске периодических составляющих во временных рядах) представительность анализируемых событий не играет роли, важна только их статистическая значимость – наличие достаточного количества событий каждого энергетического класса.

Для сравнительного анализа двух подходов к спектральному анализу сейсмических данных – известного подхода, заключающегося в анализе временного ряда числа землетрясений на исследуемой площади в единицу времени – частоты землетрясений (ЧЗ) в заданном диапазоне энергетических классов [1-3], и нашего подхода [4-6], приведем сигма-графики спектров, полученные обоими методами для всей зоны ответственности ДФ  $41^{\circ}$ - $45^{\circ}$  с.ш.,  $45^{\circ}$ - $49^{\circ}$  в.д. для каждого энергетического класса 4,5 и 6. Они приведены соответственно на рис. 1-3 и 4-6. Для краткости изложения упомянутую зону мы будем называть в дальнейшем просто Восточным Кавказом (ВК).



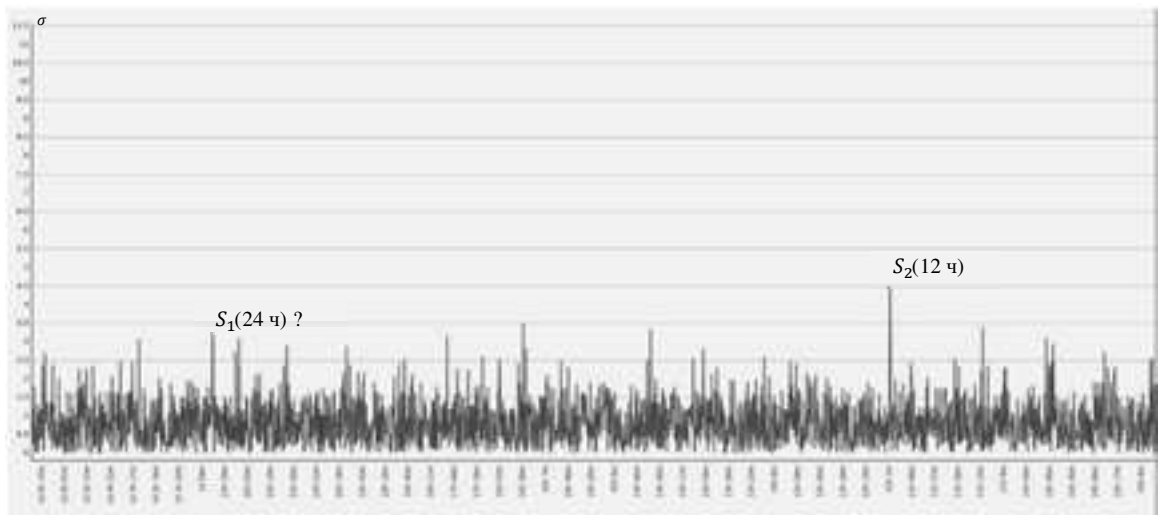


Рис. 1. Сигма-график спектра ЧЗ по событиям 4-го класса для Восточного Кавказа

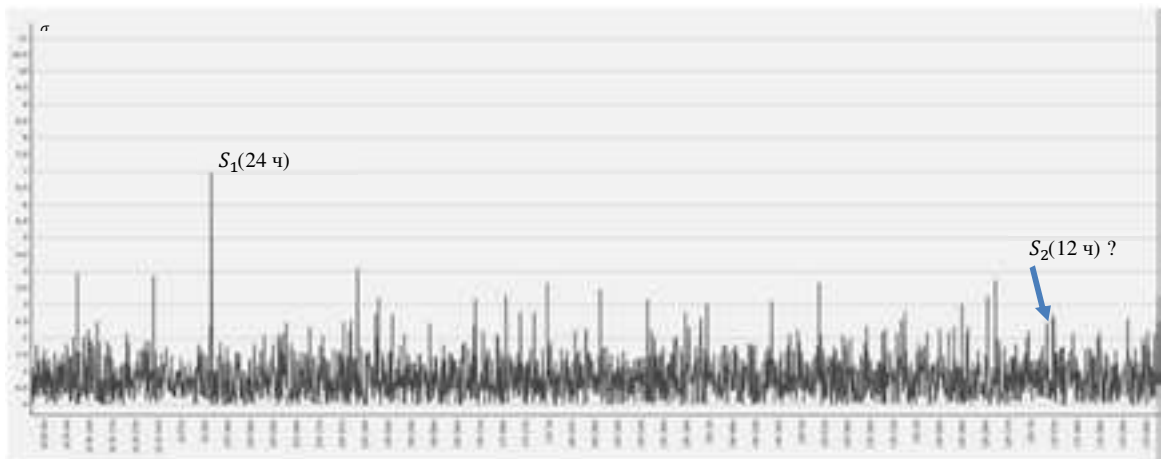


Рис. 2. Сигма-график спектра ЧЗ по событиям 5-го класса для Восточного Кавказа

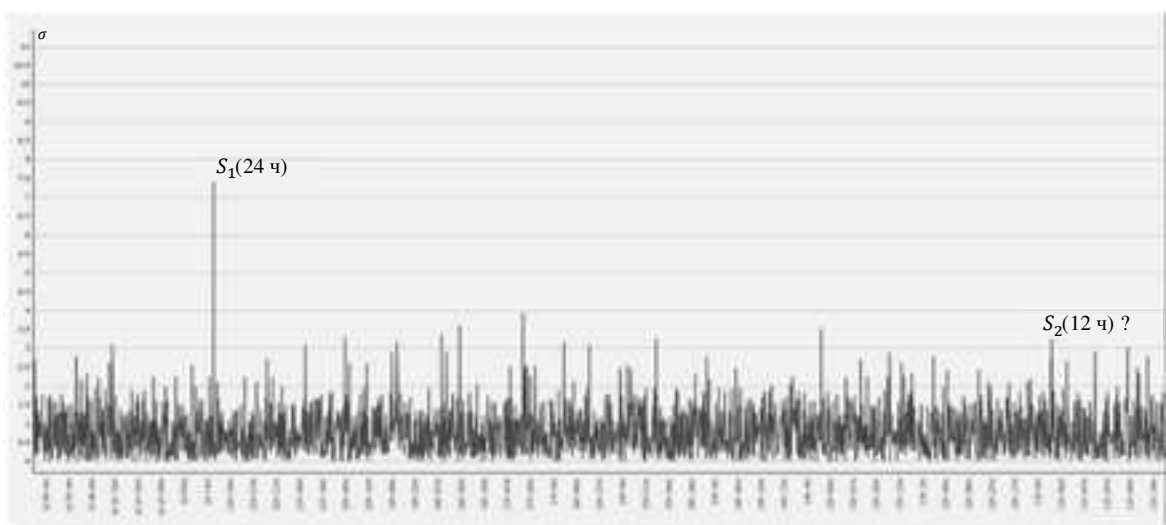
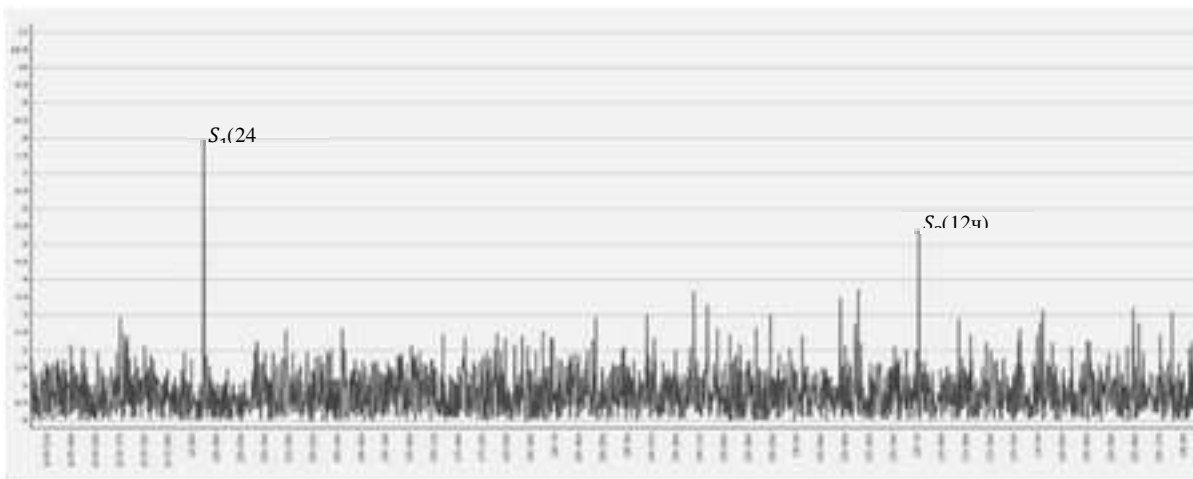
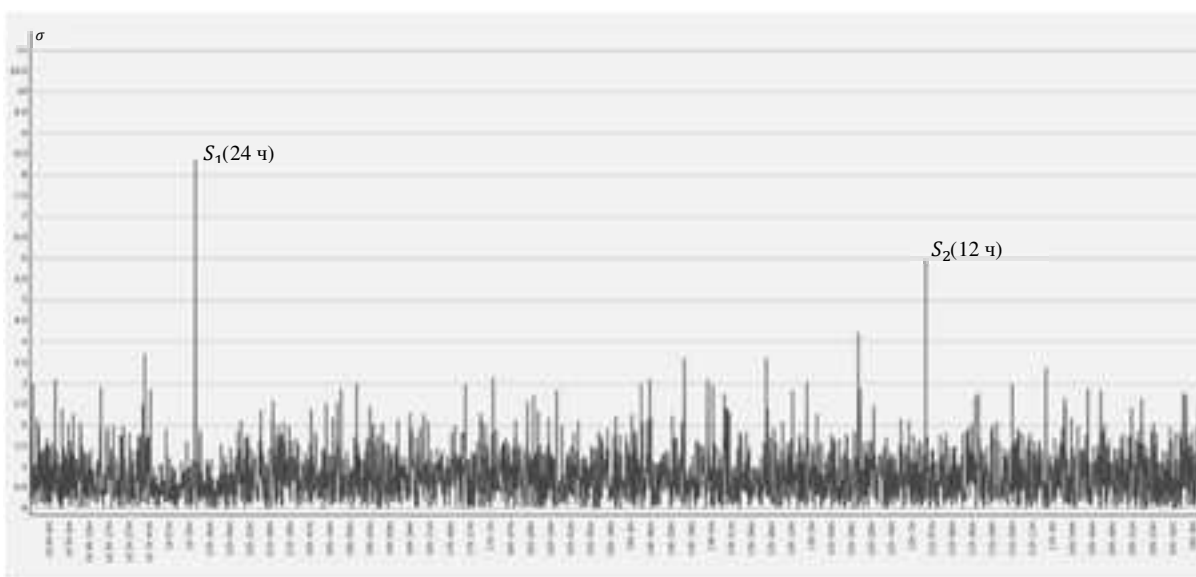


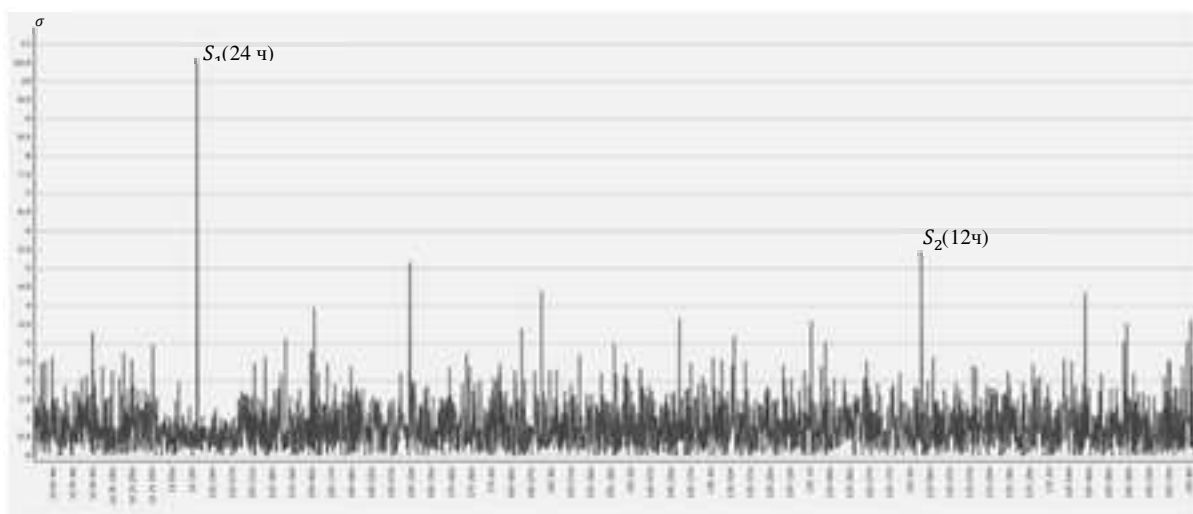
Рис. 3. Сигма-график спектра ЧЗ по событиям 6-го класса для Восточного Кавказа



*Рис. 4. Сигма-график спектра УНСЭ по событиям 4-го класса для Восточного Кавказа*



*Рис. 5. Сигма-график спектра УНСЭ по событиям 5-го класса для Восточного Кавказа*



*Рис. 6. Сигма-график спектра УНСЭ по событиям 6-го класса для Восточного Кавказа*

Параметры показанных на рис.1-6 спектров – амплитуды в сигмах и акрофазы (время максимума) суточных гармоник временных рядов УНСЭ и ЧЗ – для территории Восточного Кавказа приведены также в таблице 1. Для сравнительного анализа к ним добавлены аналогичные параметры спектров УНСЭ по круговым площадям с центром на Чиркейской ГЭС (42°58'43"N 46°52'18"E) и радиусами 100 км и 50 км – соответственно R100 и R50. Период наблюдений тот же – 01.01.2014-31.12.2018.

Таблица 1.

Амплитуды в сигмах и акрофазы суточных гармоник временных рядов УНСЭ и ЧЗ в период 01.01.2014 – 31.12.2018 для Восточного Кавказа, R100 и R50.

Классы Зона А <sub>к</sub> Акр.	4			5			6			7		
	ВК	R100	R50	ВК	R100	R50	ВК	R100	R50	ВК	R100	R50
<b>ЧЗ</b> A <sub>к</sub> (sigma) (Акро- фазы)	3,25 (21:00 )	3 (21:12 )	4,39 (19:30 )	7 (16:30 )	5,9 (17:00 )	3,4 (17:06 )	7,5 (17:00 )	1,45 (16:48 )	0,9 (23:00 )	1,7 (18:00 )	1,2 (05:20 )	1,57 (15:20 )
<b>УНСЭ</b> A <sub>к</sub> (sigma) (Акрофа- зы)	7,97 (12:00 )	7,67 (12:00 )	9,44 (17:00 )	8,35 (12:00 )	7,5 (12:50 )	5,64 (12:30 )	10,63 (16:00 )	4,34 (22:00 )	1,71 (20:00 )	1,83 (22:00 )	1,75 (15:45 )	2,4 (17:30 )
Число событий	509	503	476	1236	1108	936	1910	1189	659	2159	760	260

Сравнение спектров, изображенных на рис.1-3, с одной стороны, и на рис.4-6, с другой, а также таблица 1 наглядно показывают преимущества предложенного нами алгоритма обработки временных рядов сейсмических событий по условной накопленной сейсмической энергии (УНСЭ) по сравнению с традиционным анализом по частоте землетрясений (ЧЗ). Открывающаяся возможность углубленного анализа отклика сейсмического процесса на природные и антропогенные ритмические воздействия, на наш взгляд, будет способствовать как установлению причин периодических колебаний в слабой сейсмичности, так и более полному раскрытию природы самой сейсмичности и, возможно, выявлению новых предвестников землетрясений.

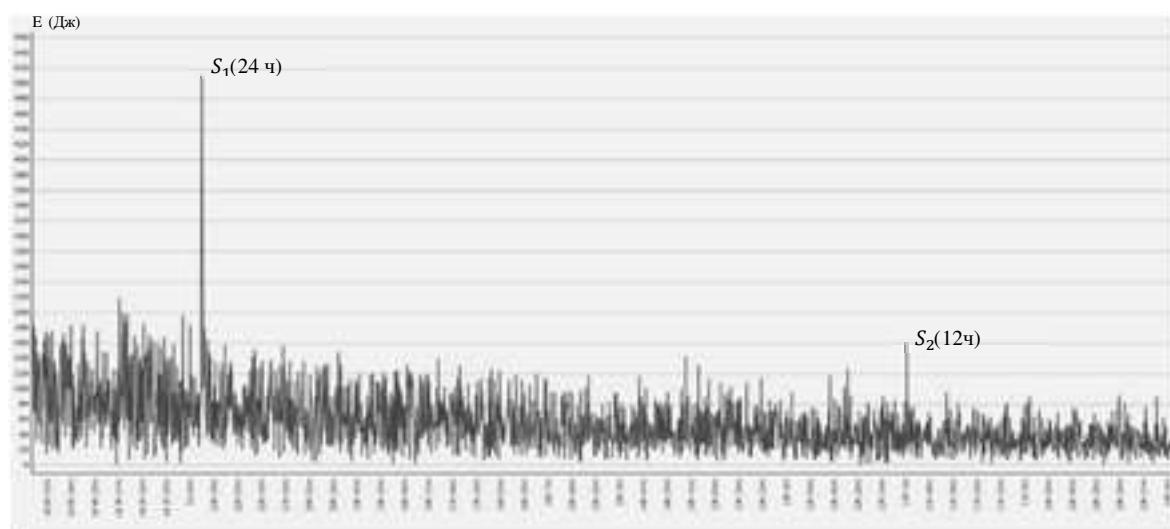
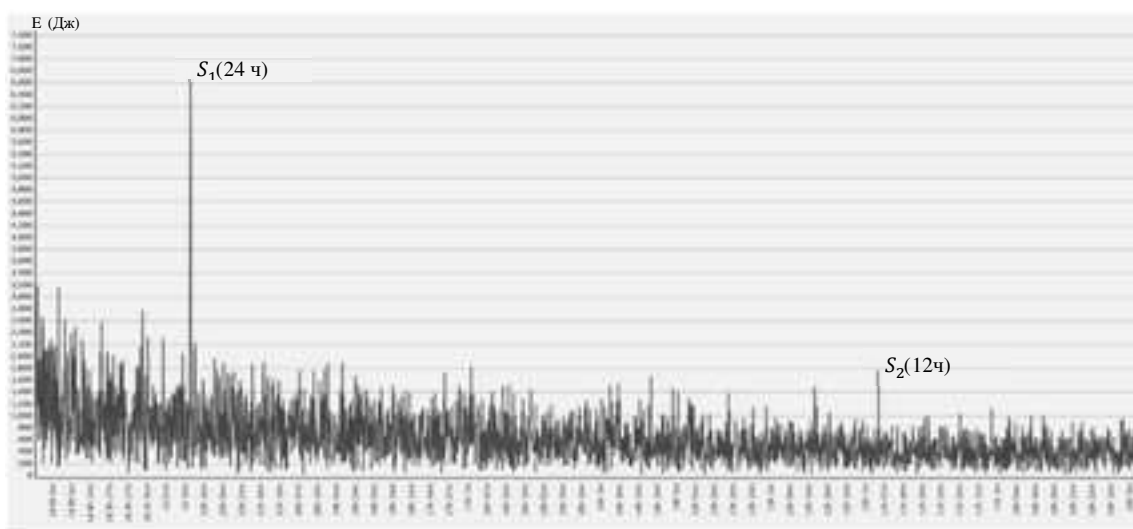
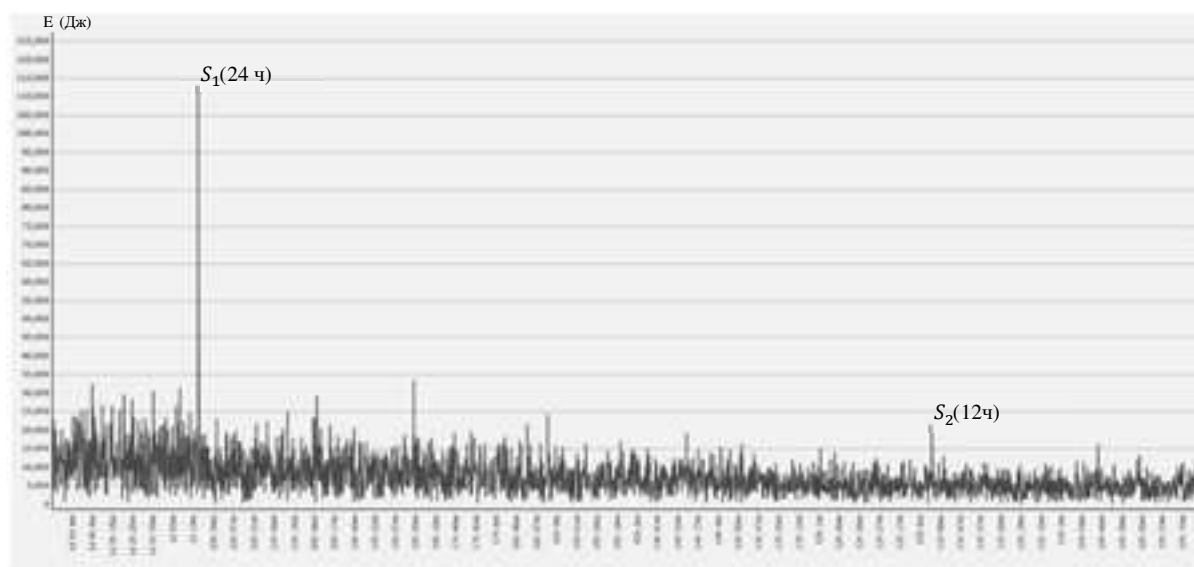


Рис. 7. Спектр УНСЭ по событиям 4-го класса для Восточного Кавказа (суточная гармоника имеет амплитуду 510 Дж)



**Рис. 8. Спектр УНСЭ по событиям 5-го класса для Восточного Кавказа (суточная гармоника имеет амплитуду 6600 Дж)**



**Рис. 9. Спектр УНСЭ по событиям 6-го класса для Восточного Кавказа (суточная гармоника имеет амплитуду 113136 Дж)**

На рис.7-9 представлены спектры УНСЭ по событиям соответственно 4, 5 и 6 энергетических классов в джоулях. Как видно из рисунков, амплитуды гармоник, например,  $S_1$ , растут с ростом классов даже немного быстрее, чем величина  $10^K$ . Чтобы эти амплитуды были сравнимы между собой, целесообразно выразить их в относительных единицах. Это позволит отобразить их на одном графике и проследить за их изменениями с течением времени. Для этого к рядам УНСЭ мы применили оконное преобразование Фурье с шириной окна в 1 год и шагом в 1 месяц. Полученные данные мы нормировали и перевели в проценты разделив каждое значение на  $10^K$  и умножив на 100%, где  $K$  – класс событий. Полученные величины мы назовем относительными амплитудами соответствующих гармоник и обозначим через  $a_k$ . Таким образом,  $a_k = (A_k / 10^K) * 100\%$ . Графики временного хода  $a_k$  для событий 4, 5 и 6 классов показаны на рис.10. По ним прослеживаются две закономерности. Первая – амплитуды суточной гармоники  $a_k$  растут со временем во временном промежутке 2014-2018 гг., что мы связываем с улучшением качества наблюдений и обработки волновых форм. Вторая закономерность – увеличение  $a_k$

с увеличением энергетического класса анализируемых событий, что очевидно связано с одновременным существенным увеличением числа событий (улучшением статистики). При этом причины суточных колебаний сейсмичности, как и прежде [1-3], остаются не выясненными.

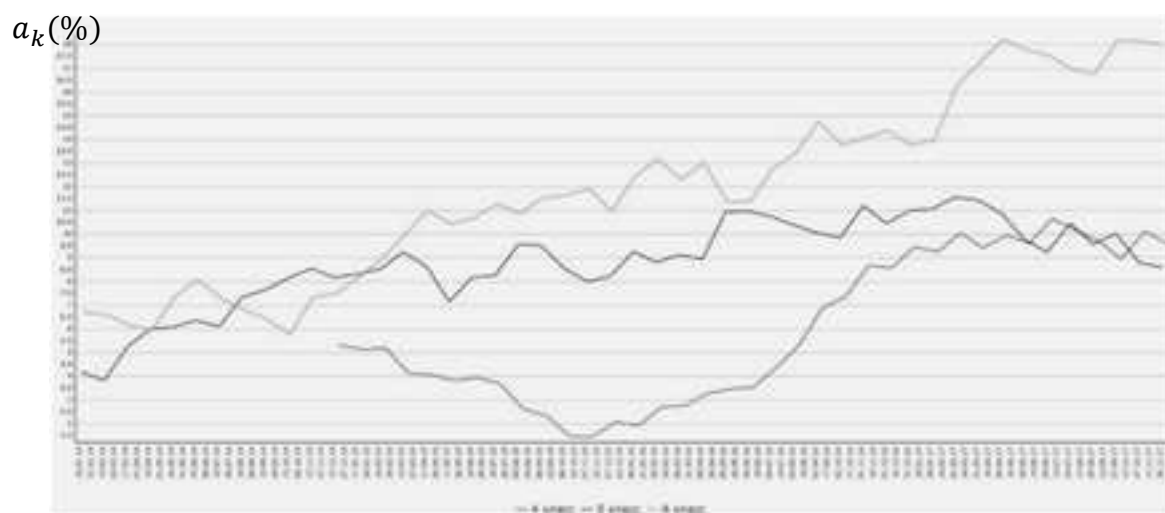


Рис. 10. Графики временного хода относительных амплитуд  $a_k$  суточных гармоник во временных рядах УНСЭ для событий с  $K=4,5,6$

### Выводы

1. Предложенный нами алгоритм обработки сейсмических наблюдений – алгоритм УНСЭ – существенно эффективнее при спектральном анализе сейсмических наблюдений, чем известный метод анализа по частоте землетрясений.
2. Из 7 сигма-графиков спектров по всем трем анализируемым областям ВК, R100 и R50, в которых амплитуды суточных гармоник превышают  $5 \sigma$ , в 5 случаях акрофазы близки к полудню (около 12 ч.), а в 2 случаях заключены между 16 и 17 часами суток.
3. В диапазоне энергетических классов 4-6 относительная амплитуда суточной гармоники  $a_k$  растет с ростом  $K$ , что очевидно связано с одновременным существенным увеличением числа событий (улучшением статистики).
4. Начиная с 6 класса и выше амплитуда суточной гармоники на сигма-графиках начинает уменьшаться (становится менее выраженной) и при  $K \geq 7$  резко падает.
- 5.

### Литература

1. Сидорин А.Я. Суточная периодичность землетрясений и ее сезонные изменения // Сейсмические приборы. 2009. Т. 45, № 4. С.69-84.
2. Журавлев В.И., Лукк А.А. Полуденная активизация сейсмичности в Турции и ряде других регионов мира // Геофизические исследования. 2011. Т. 12, № 4. С.31-57.
3. Журавлев В.И., Лукк А.А. Особенности суточной периодичности слабых землетрясений Ирана // Физика Земли. 2012. № 1. С. 63–81.
4. Таймазов Д.Г., Таймазов М.Д. Способ реконструкции динамических процессов в земной коре по сейсмическим наблюдениям: Патент РФ № 2659452. Опубликовано: 02.07.2018. Бюл. № 19.6 с.
5. Таймазов Д.Г., Таймазов М.Д. Алгоритм реконструкции динамических процессов в земной коре по сейсмическим наблюдениям // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 64. Махачкала, 2015. С. 151-154.
6. Таймазов Д.Г., Шарпудинов Т.И., Магомед-Касумов М.Г., Султанахмедов М.С., Таймазов М.Д. Реконструкция геодинамических процессов по сейсмическим наблюдениям. Программа для ЭВМ. РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2018616052 от 22.05.2018. Бюл. № 6.
7. Ризниченко Ю.В. Избранные труды. Проблемы сейсмологии. М.: Наука, 1985. 408 с.

8. Беньофф Г. Сейсмические данные о строении коры и тектонической деятельности // Земная кора. М.: ИЛ, 1957. С. 76–88.
9. Прогноз землетрясений. Душанбе – Москва: ДОНИШ, 1984. № 3. 216 с.
10. Мамаев С.А., Таймазов Д.Г., Магомедов Р.А., Магомедов Ю.М., Магомедов А.Г., Никуев Р.Ю. Наблюдения за микросейсмической эмиссией на территории Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 279-281.
11. Мамаев С.А. Оценка статистической динамической модели здания и статистической модели сейсмического воздействия на основе инженерно-сейсмометрической информации / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт комплексных проблем строительных конструкций и сооружений им. В.А.Кучеренко. Москва, 1991

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-95-100

ПРОЯВЛЕНИЕ ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРАХ НА СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ДАГЕСТАНА  
В НАЧАЛЕ 2019 г.

*Алиев И.А., Магомедов А.Г., Алибеков М.С.*

*Институт геологии Дагестанского научного центра РАН*

В статье рассматриваются результаты наблюдений вариаций кажущегося сопротивления горных пород, полученных на измерительном пункте Турали и вариаций модуля полного вектора геомагнитного поля Земли полученных на измерительном пункте Махачкала. Показано, что в наблюдаемых вариациях геомагнитного поля Земли, как и вариациях кажущегося сопротивления горных пород, отмечаются и эндогенные и экзогенные причины.

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

THE MANIFESTATION OF THE SEISMIC ACTIVITY VARIATIONS IN GEOPHYSICAL  
PARAMETERS AT THE OBSERVATION POINTS OF DAGESTAN  
AT THE BEGINNING OF 2019

*Aliev I. A., Magomedov A. G. Alibekov M. S.*

*Institute of Geology of Dagestan scientific center of RAS*

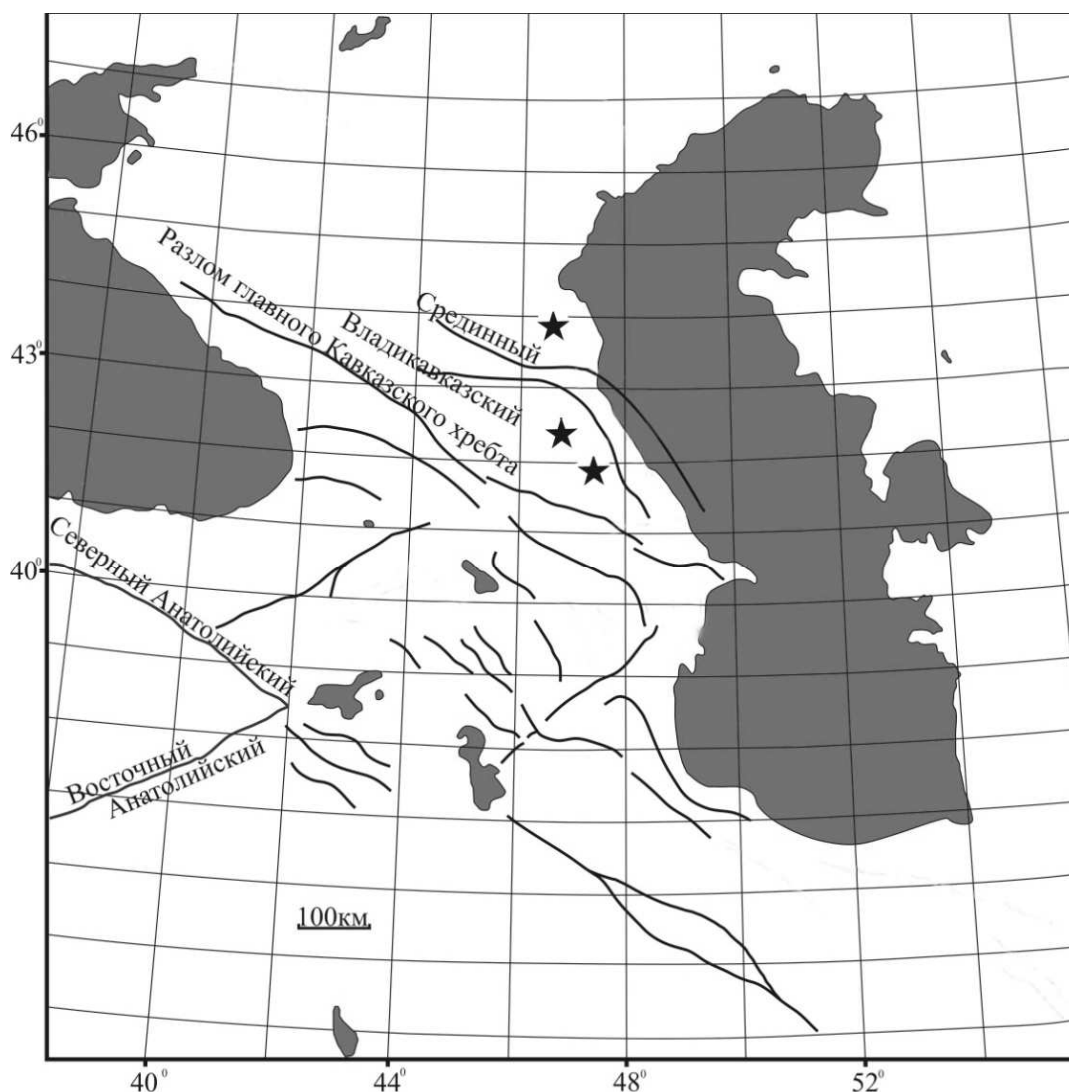
The article deals with the results of observations of variations in the apparent resistance of rocks obtained at the measuring point of Turali and variations of the module of the full vector of the geomagnetic field of the Earth obtained at the measuring point of Makhachkala. It is shown that both endogenous and exogenous causes are observed in the observed variations of the geomagnetic field of the Earth as well as in the variations of the apparent resistance of rocks.

*Keywords:* apparent resistance of rocks, the module of the full vector of the geomagnetic field of the Earth, tectonic stresses and strains from seismic events, geomagnetic activity

В отличие от предыдущих периодов наблюдений за вариациями геофизических параметров с начала 2019 г. возобновлены наблюдения за вариациями модуля полного вектора геомагнитного поля Земли. К концу 2018 г. было разработано и изготовлено устройство сопряжения с протонным магнитометром ММП-203, для автоматизации проведения геомагнитных наблюдений на сети геофизических станций, для автоматической передачи данных проводимых измерений на сервер геофизической лаборатории геодинамики и сейсмологии Института геологии ДНЦ РАН.

Разработанное устройство сопряжения с протонным магнитометром ММП-203, позволяет практически реализовать заложенный в магнитометр автоматический режим проведения геомагнитных наблюдений полностью в автоматическом режиме, без участия обслуживающего персонала на сети геофизических станций ИГ ДНЦ РАН, для автоматической передачи данных проводимых измерений, на сервер, используя на выбор (при наличии в пункте измерений) либо мобильные сети (МТС, Мегафон, Билайн) либо Интернет сети. В устройстве возможна установка различных временных интервалов измерений (циклов) от 60 сек и выше. Встроен канал записи изменений атмосферного давления и температуры. Есть возможность подключения сейсмометрических (аналоговых и цифровых), и другой геофизической аппаратуры работающей в непрерывном режиме. Использование разработанного устройства на сети геофизических станций ИГ ДНЦ РАН повысит, на несколько порядков, поток получаемой информации для обработки и анализа. Позволит, сравнивая с регулярно публикуемыми данными геомагнитных наблюдений мировой сети, ответить на вопрос о причинах вариаций проводимых наблюдений: эндогенные, экзогенные или др. причины. Дополнительно к уже функционируемым наблюдательным пунктам сети геофизических станций ИГ ДНЦ РАН [1] геомагнитные наблюдения, полностью в автоматическом режиме, проводятся еще в трех пунктах. Первый пункт севернее Среднего разлома (рис.1), там где он резко поворачивает на северо – запад. Этот самый северный наблюдательный пункт нашей сети

(Кизилюртовский район). За последние 10 лет в области с радиусом  $R = 25$  км от выбранного пункта не было ни одного сейсмического события с магнитудой  $M \geq 4$ .



**Рис. 1. Исследуемый район с разломами. Звездочкой показаны новые наблюдательные пункты геомагнитных наблюдений, дополнительно к сети станций ИГ ДНЦ РАН.**

Второй пункт выбран центральной части Дагестана в Гунибском районе. Здесь много удобных мест для установки и обслуживания исследовательской аппаратуры, нет промышленных электромагнитных помех, включая линий электропередач в пределах с радиусом 1,5 – 2 км. Третий пункт выбран в Южном Дагестане, Рутульском районе. Откуда до самого сейсмоактивного района на границе России, Грузии и Азербайджана менее 40 км.

На рис. 2,3 представлены фрагменты записи измерений магнитометра ММП-203 переданный по Интернет сетям на сервер ИГ ДНЦ РАН. На записи указываются: дата, время, IP – адрес места отправки данных (или номер с которого модем, через сети МТС, Мегафон, Билайн отправляет данные), вариации геомагнитного поля. А также, при необходимости, данных каналов записи изменений атмосферного давления и температуры. И подключенных сейсмодатчиков (аналоговых и цифровых), и другой геофизической аппаратуры работающей в непрерывном режиме.

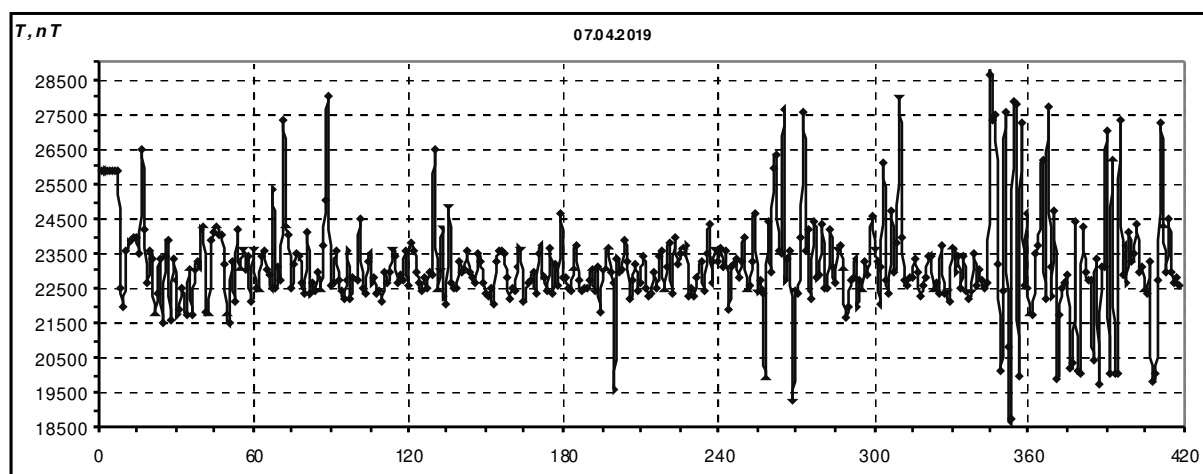


<i>Data. Time</i>	<i>IP</i>	<i>Bi, nT</i>	<i>Dcp</i>	1 / 0 ошибка измерения
09.04.2019 0:00	185.17.135.107	22854		
09.04.2019 0:01	185.17.135.107	1		
09.04.2019 0:02	185.17.135.107	23332		
09.04.2019 0:03	185.17.135.107	23454		
09.04.2019 0:04	185.17.135.107	1		
09.04.2019 0:05	185.17.135.107	22882		
09.04.2019 0:06	185.17.135.107	24053		
09.04.2019 0:07	185.17.135.107	23525		
09.04.2019 0:08	185.17.135.107	22889		
09.04.2019 0:09	185.17.135.107	22356		
09.04.2019 0:10	185.17.135.107	22641		
09.04.2019 0:11	185.17.135.107	21529		

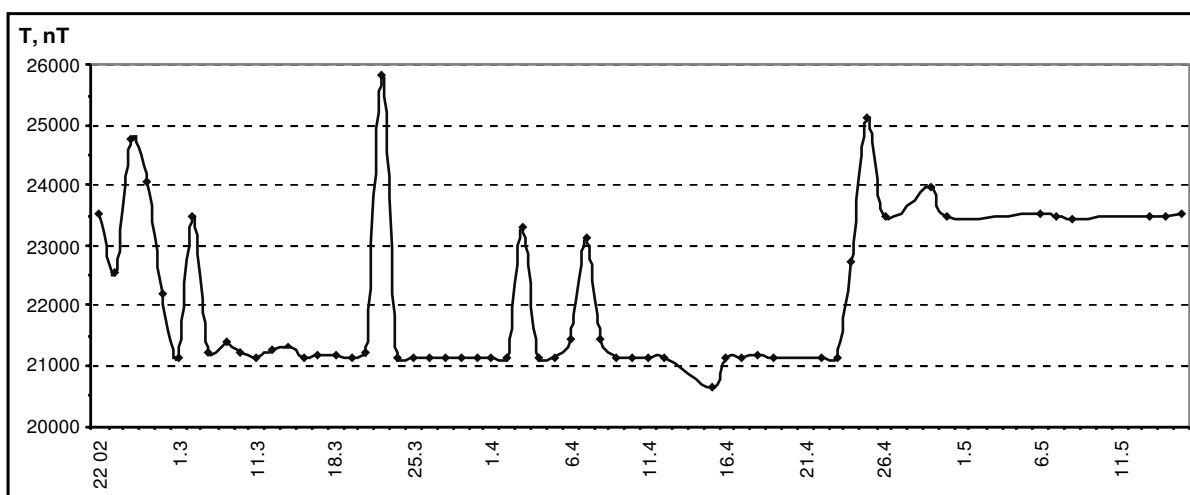
**Рис. 2. Фрагмент записи измерений магнитометра ММП-203 переданный по Интернет сетям на сервер ИГ ДНЦ РАН.**

Данные измерений магнитометра ММП-203 представлены в виде таблицы удобной для обработки программой Microsoft office Excel, которая есть в каждом компьютере. И вычислив среднесуточные значения модуля полного вектора геомагнитного поля Земли ( $T$ , в нанотеслах -  $nT$ ), построить график его вариаций на каждом измерительном пункте. На рис.4 представлен график вариаций  $T$  ( $nT$ ), на измерительном пункте Махачкала за 02-05 2019 г. На графике отмечаются 6 случаев резкого, скачкообразного, изменения геомагнитного поля Земли. Сравним периоды этих изменений с вариациями сейсмической активности (СА), для выявления причин наблюдаемых резких скачков  $T$ .

Для анализа сейсмической активности и последовательных движений эпицентров была выбрана область (рис.1) с координатами: по широте от  $34^\circ$  до  $46^\circ$  СШ, и по долготе от  $40^\circ$  до  $56^\circ$  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 ДНЦ РАН. В выбранную область входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана, Казахстана и Туркменистана. Сейсмические события для анализируемой области за анализируемый период из каталогов ГС (Геофизической службы) РАН и EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre).



**Рис. 3. Фрагмент записи измерений магнитометра ММП-203 полученной на наблюдательном пункте Махачкала, шкала времени в минутах (с 0 часов 00 минут).**



**Рис. 4. Вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Махачкала за 02-05 2019 г.**

В [2,3,4] были рассмотрены результаты наблюдений вариаций КС горных пород, полученных на сети измерительных пунктов ИГ ДНЦ РАН в 2012 -2016 гг. Показано, что в наблюдаемых вариациях отмечаются и эндогенные и экзогенные причины. Из эндогенных причин отмечено, что в вариации наблюдаемых геофизических параметров значительный вклад вносят тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин: основной вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности и гравитационных явлений, связанных с движениями Земли в Солнечной системе и Галактике.

*Таблица 1.*

<i>Date</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Depth</i>	<i>Magnitude</i>	<i>Region Name</i>
11.05.2019	34.91	45.81	10	<b>5,3</b>	IRAN-IRAQ BORDER REGION
07.05.2019	38.19	53.91	10	4,2	TURKMENISTAN
26.04.2019	36.99	55.37	10	4,2	NORTHERN IRAN
26.04.2019	41.54	50.32	10	4,0	CASPIAN SEA
15.04.2019	34.32	45.57	10	4,3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
14.04.2019	35.65	48.99	10	4,0	WESTERN IRAN
13.04.2019	38.86	49.01	10	3,9	CASPIAN SEA, OFFSHORE AZERBAIJAN
12.04.2019	38.43	45.32	6	4,0	NORTHWESTERN IRAN
07.04.2019	41.47	46.86	10	4,2	AZERBAIJAN
24.03.2019	44.38	43.46	10	3,9	CAUCASUS REGION, RUSSIA
21.03.2019	40.68	52.03	10	4,6	<b>CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN</b>
19.03.2019	39.95	52.34	30	4,0	CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN
12.03.2019	34.15	45.50	10	4,5	<b>IRAN-IRAQ BORDER REGION</b>
11.03.2019	35.64	49.06	20	3,9	WESTERN IRAN
02.03.2019	41.72	48.05	10	3,9	CAUCASUS REGION, RUSSIA
21.02.2019	34.94	46.21	8	4,3	WESTERN IRAN
18.02.2019	38.53	44.27	10	4,1	TURKEY-IRAN BORDER REGION
11.02.2019	40.77	48.49	13	4,0	AZERBAIJAN
07.02.2019	34.63	45.26	10	3,9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
06.02.2019	39.15	40.45	5	4,0	EASTERN TURKEY
06.02.2019	40.78	48.49	9	4,0	AZERBAIJAN
05.02.2019	40.78	48.46	8	<b>5,1</b>	<b>AZERBAIJAN</b>
05.02.2019	40.77	48.51	10	4,4	AZERBAIJAN
05.02.2019	38.90	48.52	19	3,9	AZERBAIJAN
31.01.2019	37.63	48.37	10	4,1	NORTHWESTERN IRAN
29.01.2019	34.31	45.11	10	3,9	IRAN-IRAQ BORDER REGION

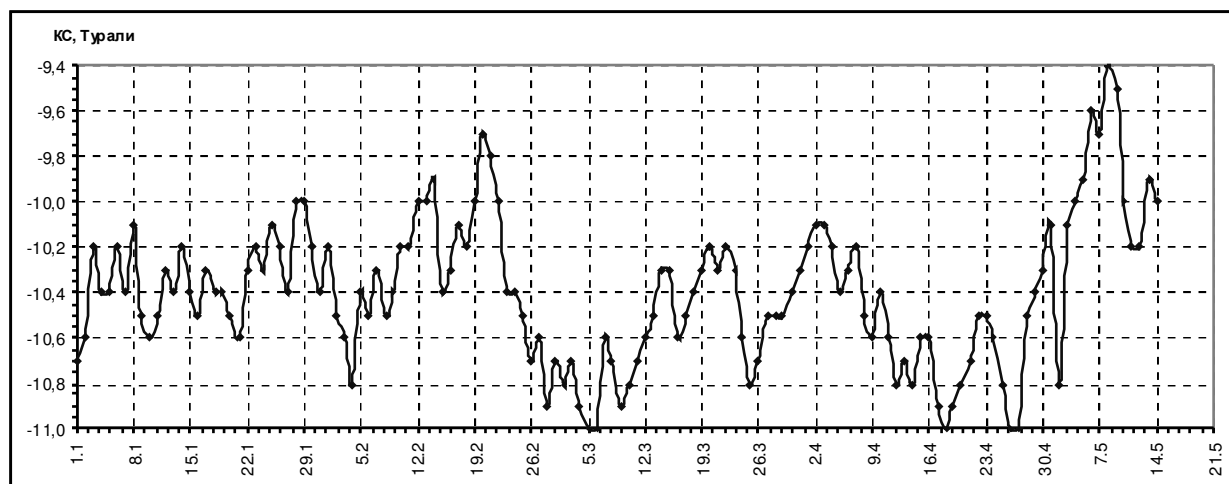
25.01.2019	37.69	48.96	10	4,2	NORTHWESTERN IRAN
15.01.2019	34.05	45.59	10	4,0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
15.01.2019	34.06	45.56	10	4,0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
06.01.2019	34.00	45.51	10	4,1	IRAN-IRAQ BORDER REGION
06.01.2019	34.00	45.65	10	4,7	IRAN-IRAQ BORDER REGION
06.01.2019	34.17	45.60	8	4,1	IRAN-IRAQ BORDER REGION
05.01.2019	34.71	46.47	10	4,1	WESTERN IRAN
04.01.2019	34.24	45.60	10	4,2	IRAN-IRAQ BORDER REGION
01.01.2019	39.38	40.49	5	4,1	EASTERN TURKEY

В таблице 1 приведены данные, из каталога EMSC [9] (European-Mediterranean Seismological Centre), вариаций сейсмической активности за рассматриваемый период. Сейсмические события из каталога Дагестанского филиала ГС РАН незначительно отличаются от данных из EMSC и официально публикуются в конце года.

Непрерывные измерения вариаций геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Махачкала начались в середине февраля, до этого проводилась наладка оборудования. На остальных пунктах сети, наблюдения за вариациями геомагнитного поля Земли находятся на стадии наладки оборудования.

Сравнив отмеченные 6 случаев резкого, скачкообразного, изменения геомагнитного поля Земли (рис. 4) с вариациями сейсмической активности (СА) из таблицы 1, отметим совпадение этих периодов. В период самого значительного сейсмического события (СС) 11 мая 2019 года, на рис. 4 нет данных измерений. Это связано с требованием энергетиков выключить всю аппаратуру в период с 9 по 12 мая. Однако, с конца апреля до середины мая, средние значения модуля полного вектора геомагнитного поля Земли скачкообразно увеличились на 2500 нТ или на 11,9 %.

Это позволяет нам заключить, что, как и в случае вариаций кажущегося сопротивления горных пород КС на рис.5 основной вклад в вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли вносят вариации СА.



**Рис. 5. Вариации кажущегося сопротивления горных пород КС на измерительном пункте Турали за 01-05 2019 г.**

Как мы уже отмечали в [2,3,4] в наблюдаемых вариациях отмечаются и эндогенные и экзогенные причины. Из эндогенных причин в вариации наблюдаемых геофизических параметров значительный вклад вносят тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин: основной вклад идет от Солнечно-Земных связей. Данные

наблюдений изменений геомагнитной активности на высокоширотной сети международных станций публикуются с запаздыванием, поэтому

в данной работе мы не оцениваем вклад от Солнечно-Земных связей.

За последнее время на сети станций ИГ ДНЦ РАН не прекращались наблюдения за сейсмическим режимом, геофизическими полями земной коры, более того были созданы стационарные режимные пункты наблюдений за геомагнитными и геохимическими полями.

Сеть станций, синхронно работающих измерительных пунктов позволила получить уникальные данные временных вариаций удельного электрического сопротивления горных пород (КС), связанные с геодинамическими процессами в земной коре. Анализируя изменения коэффициента корреляции рядов данных, записей кажущегося сопротивления на нашей сети станций, можно прогнозировать изменение сейсмической активности, связанной с тектоническими напряжениями, вызываемыми движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток [5, 6, 7].

Коэффициент корреляции между рядами анализируемых данных сети станций ИГ ДНЦ РАН имеет четкий физический смысл и его можно считать индикатором (индексом) состояния среды, не только района сети станций, но и всего Дагестана и Восточного Кавказа [1, 8].

А дополнение проводимых наблюдений данными вариаций модуля полного вектора геомагнитного поля Земли, на сети наблюдательных пунктов, повысит качество проводимых исследовательских работ.

### Литература

1. Отчет по теме «Изучение пространственно-временных закономерностей распределения геополей Восточного Кавказа под воздействием природных и техногенных факторов» (заключительный). Институт геологии ДНЦ РАН, Махачкала, 2016, с.113.
2. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Махачкала за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №1 (68), 2017 стр.84-94.
3. Алиев И.А., Мусаев М.А. Вариации геофизических параметров и сейсмической активности в районе измерительных пунктов «Избербаш-Чиркей» за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа», Труды Института геологии ДНЦ РАН, №3 (71), 2017 стр. 92-108.
4. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Турали за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №3 (74), 2018 стр.81-82.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Алиев И.А., Мусаев М.А. Анализ корреляционной связи между рядами вариаций кажущегося сопротивления горных пород полученных на сети станций ИГ ДНЦ РАН. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №4 (75), 2018 стр. 73-83.
9. www.emsc-csem.org

УДК 551.7

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-2-101-110

## О ЗНАЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЧВ ДАГЕСТАНА В РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Залибеков<sup>1</sup> З.Г., Мамаев<sup>1</sup> С.А., Мирзоев<sup>2</sup> Э. М.-Р., Биарсланов<sup>2</sup> А.Б.

<sup>1</sup> Институт геологии ДНЦ РАН, <sup>2</sup> Прикаспийский институт биоресурсов ДНЦ РАН

Одним из главных условий рационального использования почвенных ресурсов является создание электронной базы данных (ЭБД), куда вносится упорядоченная система классификационных единиц с указанием генетических, водно-физических и биологических свойств почв. ЭБД представляет собой фундаментальную и прикладную основу изучения состояний динамических и статических изменений происходящих в рамках землепользований сельскохозяйственных кооперативов и территории регионов и континентов. Она предназначена для хранения, использования, обработки и отображения информации позволяющей характеризовать функционирующие почвы для объективного учета производственных свойств, качеств и характеристик. С ее помощью осуществляется ввод данных показателей в управляемый процесс и работа в экспертно-оценочной системе.

*Ключевые слова:* база данных, хранимая информация, интернет-ориентированная система, почвенные разрезы, анализы, географическая привязка, почвенные карты, электронные носители, информативность, ресурсы.

## ON THE IMPORTANCE OF THE ELECTRONIC DATABASE OF THE SOILS OF DAGESTAN IN THE RATIONAL USE OF SOIL RESOURCES

Zalibekov<sup>1</sup> Z.G., Mamaev<sup>1</sup> S.A., Mirzoev<sup>2</sup> E.M.-R., Biarslanov<sup>2</sup> A.B.

<sup>1</sup>Institute of Geology Dagestan Scientific Center Russian Academy of Sciences,

<sup>2</sup>Pre-Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

One of the main conditions for the rational use of soil resources is the creation of an electronic database (EDS), where an ordered system of classification units is entered, indicating the genetic, water-physical and biological properties of soils. EPD is a fundamental and applied basis for studying the state of dynamic and static changes occurring within the framework of land use of agricultural cooperatives and the territory of regions and continents. It is intended for storage, use, processing and display of the information allowing to characterize the functioning soils for the objective account of production properties, qualities and characteristics. It is used to enter these indicators into the managed process and work in the expert evaluation system.

*Keywords:* database, the stored information, the Internet-oriented system, soil cuts, analyses, geo-referenced, soil maps, electronic media, information, resources.

### Объект и методы исследования

Электронная база данных (ЭБД) о составе и свойствах почвенного покрова, представляет обобщение с гарантированным хранением богатого материала, накопленного в течении многих лет, представляющих основу теоретических и эмпирических исследований отдельных регионов и континентов. Универсальная значимость ЭБД, как объекта исследования заключается в широком применении ее для решения задач связанных с развитием различных отраслей народного хозяйства.

Основные функции ее – хранение, пополнение, обработка и отображение информации, позволяющей характеризовать исследуемые почвы с точки зрения учета генетических свойств, качеств и характеристик. Это особенно важно в нашей республике (и в других сельскохозяйственных районах), где обширная информация сосредоточена на бумажных носителях, ограничивая доступ информации к имеющимся в архиве материалам. Многолетний труд ученых и практиков стал малодоступным; со временем материал теряет качество, приходит в непригодное состояние. На данном этапе необходимо создание электронной базы данных, что дает возможность исключить неоправданные повторы, затраты и дублирование.

ЭБД состава и свойств почв Дагестана, представляет собой систему, куда внесены классификационные единицы почв, агрохимические свойства, физические показатели, биологические особенности выделенных таксономических единиц. С ее помощью предполагается осуществлять ввод данных показателей в экспертно-прогностической системе. Предполагается так же, использовать ЭБД в учебно-методических целях, при подготовке профильных специальностей (Мамаев и др., 2006, 2009, 2010, 2014, 2015, 2016, 2018; Ибаев и др. 2008; Залибеков и др., 2012, 2015, 2017).

Формирование ЭБД - это сложный многоэтапный процесс, во время которого возникает множество трудностей и нерешенных вопросов. Это иллюстрируется на примере почвенного покрова и систематических единиц, получивших распространение в различных регионах нашей республики.

По представленной почвенной карте, определяется значительное разнообразие почв и почвенных комплексов, формировавшихся под влиянием природных и антропогенных факторов (Загиров и др. 2007, Залибеков и др. 2011).

Распространение почвенного покрова по природным зонам показывает значительное разнообразие и пестроту по степени засоления и солонцеватости – в равнинной зоне; по эрозии и оползневым явлениям – в предгорьях и горной зоне.

Количественное соотношение выделенных на почвенной карте единиц и элементарных почвенных контуров по республике составляет более 10 тыс. единиц. В настоящее время материалы переданы архивам, условия которых в большинстве случаев не соответствуют принятым стандартам, для хранения, квалифицированного обслуживания, учета документов (Залибеков, 2007).

### **Результаты и их обсуждение**

Накопленный материал несет в себе два важных отличительных признака: во-первых, он универсален по вводу и выводу информации; во-вторых, в них используются координаты привязки – географическая система координат и система оценки плодородия почв.

В количественном учете площадей землепользователей из-за отсутствия в архивах, учтенные площади уменьшены на 10-15 %. Объем составленных почвенных карт в архивах по разным масштабам съемки достигает до 3-х тысяч единиц с приложением сопроводительных их материалов. В оригинальной форме и соответствующим содержанием приобщены в почвенной карте Дагестана (рис.1.).

Приведенные данные (табл. 1.) охватывают картографические работы, выполненные за период 1950-1990 г.г. разных масштабов по своей тематической направленности. Почвенные карты явились основой сбора, обработки материалов для составления электронной базы данных по почвам различных регионов. Максимальное количество почвенных контуров определено в рамках категории крупномасштабного картирования, отдельных землепользователей.

Картографические работы здесь выполнены в масштабах 1:10000, 1:25000. На втором месте - объемы работ по картографической информации, выполнены в детальном масштабах (опытные участки, полигоны, учебные базы) – 254 единицы (Крышенко и др. 2007). Остальные категории среднемасштабные и обзорные, составляют 20-25% от общего объема накопленного материала. среди регионов северного Кавказа. Наша республика по объему и качеству накопленной почвенно-географической информации занимает ведущее место и принимает участие в обобщении ЭБД в федеральном масштабе.

Основные классификационные единицы высшего таксономического уровня в обобщенном виде даны последовательно, в порядке перечня их по природным зонам РД (табл.2.).

Предварительный анализ объема информации и полученных данных показывает, что преобладающая часть крупномасштабных почвенных исследований проведены в равнинной зоне, где сосредоточены землепользования по производству зерновых, овощных, кормовых культур. Значительный объем исследований проведен по размещению новых посадок виноградников и

разных видов мелиораций. Общий объем почвенной информации, включая проведенные анализы по почвам равнинной зоны, составляют 65-68 % (Зонн, 1983, Мамаев и др. 2006).

По предгорной зоне почвенная информация посвящена характеристике свойств каштановых, коричневых, лесных бурых почв. ЭБД почв предгорий в отличие от других регионов характеризуется измененными вариантами и отражает антропогенную стадию развития физико-химических свойств. Горная зона имеет почвенную информацию, полученную при картировании почв в среднем и мелком масштабах. Анализ информации по типам почв позволяет выделить разновидности, обладающих крупными размерами однотипного генетического происхождения. Такая особенность характерна светло-каштановым солончаковатым и лугово-каштановым карбонатным средне-тяжелосуглинистым почвам.



Рис. 1. Почвенная карта Дагестана (Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р., 2000 г.). Масштаб 1:1500000

Таблица 1

**Почвенные карты и накопленная информация о почвах**

№	Картирование	Территориальные единицы	Масштаб	Количество землевладельцев землепользователей
1	Детальное	Опытные участки, полигоны	1:1000 1:5000	254
2	Крупномасштабное	Частные, коллективные владения	1:10000 1:25000	448
3	Среднемасштабное	Административные районы, частные владения	1:50000 1:100000	105
4	Мелкомасштабное	Регионы республики	1:200000 1:1000000	6 4
5	Обзорное	Республика, природные регионы	1:1,0 млн. 1:1,5 млн.	1 1

Различия в величине занимаемых площадей указывает на актуальность информации, относящейся к пространственной организации почвенного покрова. По природным зонам Дагестана, формируются почвенные ряды различного масштаба и почвенного наполнения в зональном аспекте.

Таблица 2

**Распределение почвенных ресурсов по природным зонам Дагестана**

Почва	Равнина		Предгорье		Горы	
	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%
Лугово-болотные	75,29	3,12	0,10	0,01	-	-
Луговые различной степени засоления	577,11	23,59	5,80	0,68	-	-
Лугово-каштановые	375,80	15,36	25,80	3,07	-	-
Лугово-лесные	35,30	1,48	0,30	0,06		
Светлокаштановые солончаковатые	496,00	20,29	71,90	8,53		
Каштановые	37,95	1,56	123,66	14,71		
Темнокаштановые	2,90	0,12	45,20	5,50		
Солончаки	432,10	19,72	14,30	1,69		
Коричневые	4,48	0,18	225,27	25,76		
Лесные бурые	1,10	0,05	176,82	21,03	168,64	9,24
Лесные бурые олуговелые	-	-	37,85	4,50	104,88	5,12
Горно-каштановые	-	-	4,40	0,86	32,45	10,10
Горно-долинные луговые	-	-	21,80	2,53	47,94	2,34
Горные черноземы	-	-	5,40	0,54	158,75	7,78
Горные лугово-степные	-	-	4,10	0,49	128,29	6,04
Горно-луговые	-	-	2,12	0,25	605,96	29,60
Горно-луговые маломощные	-	-	0,70	0,08	409,84	20,08
Горно-луговые лесные	-	-	-	-	17,80	0,67
Горно-луговые дерновые	-	-	0,50	0,06	345,34	16,97
Пески закрепленные	105,4	1,2	-	-	-	-
Пески движущиеся	54,0	0,4	-	-	-	-
Коренные породы	-	--	4,1	0,4	9,75	0,48



Ледники	-	-	-	-	7,80	0,38
Всего по зонам	2245,4	100	-	100	2240,95	100

Общность пространственных показателей информации и различия в свойствах почв и почвообразующих пород, заключается в том, они интегрально отражают проявление в регионах всеобщего закона вертикальной и горизонтальной зональности (Золотокрылин, 2009, Бананова, 2014). Из этого следует, что при анализе почвенной информации важное значение имеет определение отношений верхнего и нижнего уровней абсолютных высот распространения ареалов картируемых почв. Постоянство высотных отметок и количественных показателей свойств следует включить в ЭБД топографических (вертикальных, горизонтальных), рядов типов почв по природным зонам региона (Крыщенко, 2007). Важное информационное значение имеет формирование и учетные данные топографических рядов почв, обусловленных влиянием различий в гранулометрическом составе. Накопленная информация, получена в результате выполнения значительного объема изыскательских работ большим количеством почвоведов, агрохимиков, геоботаников, землестроителей Северо-Кавказской землеустроительной экспедиции Росгипрозем (г. Нальчик), Московского государственного университета, Отдела почвоведения Дагестанского филиала АН СССР, Дагестанского научно-исследовательского института сельского хозяйства, Дагестанского агрохимцентра и др. Количественное выражение выполненного объема работ сгруппировано по отраслям, величине и масштабам исследования (табл. 3). Выполненные изыскательские работы охватывают почвы сельскохозяйственных угодий природных зон Дагестана, где общее количество заложенных, описанных разрезов глубиной > 1,5 м. достигает более 15 тыс. единиц. Размещение и закладка разрезов сопровождается отбором громадного количества образцов по генетическим горизонтам почв. Сведения об их количестве, являются ориентировочными – 90 тыс. единиц. Большой интерес представляют данные о количестве точек опробования заложенных глубиной 0,5 м при проведении почвенных исследований – 40 тыс. единиц. Информация, собранная по этим показателям должна вводиться в ЭБД, представляя возможность для полного воспроизведения природных условий почвообразования характерных 50-80 годам прошлого века (Бабаев, 1989, Гельтман, 1998).

Таблица 3

**Количественный учет выполненных изыскательских работ по обследованию почв Дагестана.**

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во, объем	Плотность на ед. площади 1000 га	Примечание
1	Закладка почвенных разрезов глубже 1,5 м	единицы	15 тыс	16-18	Во всех природных зонах
2	Отбор образцов, почв, растений, грунтовых вод	образцы	90 тыс	9-10	индивидуальное
3	Анализы химические физические	образцы	30 тыс 0,2 тыс	20-25	Лаборатория разных учреждений
4	Почвенное 1:50000 картирование 1:25000 1: 10000	тыс.га	0,3 млн.га 0,6 млн.га 0,1 млн.га	-	Не определено
5	Точки опробования	единицы	2,0 тыс	40-50 на 1000 га	Описание без отбора образцов
6	Общий объем хранимой информации	печ. л.	2500	3,5 пл. на 1000 га	Изыскательские договорные работы

Важным условием является определение объемов хранимой информации в почвенных отчетах по химическим, физическим анализам образцов почв, пород, грунтовых вод и растений. Количество анализируемых образцов, включая отдельные компоненты гумуса, подвиж-

ных питательных веществ, солевого состава почв и поглощенных оснований достигает более 30 тыс. единиц. Накопленный материал в виде очерков, почвенных карт разных масштабов и тематических картограмм составляет богатый и информационный источник для включения в ЭБД по почвенному покрову сельскохозяйственных районов Дагестана. Анализ состава и строения почвенного покрова, накопленных в предшествующих периодах исследований позволяет глубже понять эволюцию развития каждой конкретной почвы. Отсюда следует, что важным звеном работ по созданию ЭБД почв является обеспечение качества хранимой информации и ее применение в системе рационального использования почвенных ресурсов.

В создании ЭБД важное значение имеет определение факторов, обуславливающих максимальную информативность и единую, целостную систему применения новых информационных технологий (табл.4.).

Таблица 4

## Факторы определяющие функции ЭБД

№	Факторы	Обработка почвенной информации	Сфера воздействия	Примечание
1	Устранение разрозненных данных	на уровне разновидностей	природная зона	логическая целостность информации
2	Нормализация структуры хранимой информации	в рабочем процессе	Обеспечение качества электронного носителя	унификация
3	Исключение повторяемости данных	рассматриваемого региона	систематизация, упорядочивание информации	-
4	Максимальная информативность характеристик	биосферном плане	в рамке типов почв	-
5	Сохранение данных в экспериментальных условиях	в период рабочего времени	границы административных районов	отказ оборудования
6	Экспериментальное применение ЭБД в системе Omlein	при разработке программ, проекта	в органах управления производственной сферы	-
7	Системе координат объекта (почвы)	по картографическим материалам	пространственные параметры	при кодификации

Важной задачей при построении ЭБД является – необходимость устранения разрозненности, раздробленности информации землепользователей по разным элементам почвенного покрова. Накопление информации в нашей республике происходило в результате выполнения плановых, тематических договорных работ с разными научно-исследовательскими и проектными учреждениями.

В определенном объеме были заключены контракты на проведение почвенных исследований с последующим внедрением их результатов с учебно-опытным хозяйством Дагестанского сельскохозяйственного института, Дербентской опытной станции по виноградарству и овощеводству. Исполнителями этих работ были разные учреждения и ведомства. Методика проведения почвенных исследований была единая, но классификационное название генетических единиц и определение их таксономического уровня отличались по содержанию и форме. Возникла острая необходимость систематизации почв на единой основе, описанием номенклатурных единиц и нормализации структуры и названию почв включая выделяемые их признаки. В

результате составлен единый систематический список почв и последовательное внесение ЭБД информацию в соответствии с уровнем выделенных почвенных единиц. В основу составления систематического списка почв, приняты диагностические данные для ввода в ЭБД. Принятые классификационные единицы соответствуют объему списка почв рекомендуемого «Единым государственным реестром почвенных ресурсов России WRB - 2006».

Определенный объем экспертных работ проведен по исключению повторяемости данных и повышению информативности характеристик почв. Повторяемость генетических свойств почв разных землепользователей исходит из отчетных материалов проведенных исследований, для устранения которых рекомендуется кодировка свойств индивидуальных образцов с применением кластерного анализа и многомерного шкалирования в онлайн – режиме. Для хранения, использования результатов указанных операций приняты действующие меры по сохранению данных в экспериментальных условиях рабочего процесса и при отказе оборудования (Дмитриев, 1995, Савин, 2016). Использование функций ЭБД, подтверждается выполнением заданий местном, региональном, федеральном уровнях полнотой информативности о состоянии почвенных ресурсов. Обеспечение системы координат связано с использованием топографических карт, космических снимков и планов землепользования СПК и частных землевладельцев.

В завершающем этапе создания ЭБД и ввода новых данных важное значение имеет поэтапность картографической обработки с последующим набором и пополнение фактической информации (табл.5.).

При периодическом пополнении ЭБД отражаются разные информационные слои (почвы, рельеф, растительность), являющиеся основой управления почвенными ресурсами. Для управленческого процесса ЭБД, рассматривается в ранге классификационных единиц, имеющих научно-практическое значение. Такой подход обеспечивается характеристикой значительного спектра возможностей решения производственных задач.

В основу вида информационного анализа почв, приняты параметры условий почвообразования и состояния природной среды. Наиболее приемлемы показатели из ЭБД для управленческого, производственного процесса – использование информации электронных носителей физико-химических, агропроизводственных характеристик почвы. Рассматриваемый вид ЭБД служит основой для принятия практических решений по охране природной среды и отдельных ее компонентов (Харин, 1980).

Таблица 5

**Применение ЭБД почвенного покрова в управленческом процессе**

№	Этапы формирования	Система управления базами	Область применения	Примечание
1	Сбор фондовых и опубликованных материалов	Почвенный покров, характерные отложения	Инвентаризация и учет ПР	Включая архивные
2	Разработка кодификатора	Статически достоверные данные	Применительно к отрасли	-
3	Группировка почвенных свойств на основе кодировки	Контроль полноты охвата свойств	На основе стандартизации ЭБД	-
4	Обработка данных в статической программе (засоление, гумификация)	Отбор региональных показателей ЭБД	Перевод естественного кода в машинный	Применение в декларации
5	Составление блоков базы данных по физико-химическим, биологиче-	Периодические, физико-химические, биоло-	Дифференциация сроков обновления попол-	-

	ским свойствам	гические свойства	нения	
6	Разработка системы управления по программам составленным на основе ЭБД	Оперативное слежение за полнотой ЭБД	Размещение культур, выбор технологий	При планировании и прогнозе

Группа ЭБД и графических, картографических способов отображения, изменений охватывает площади и свойства, генетических разностей почв. Заполняется значительное количество информационных полей, заполняемых для каждой производственной единицы. Параллельно с указанными видами работ, группировка информации ЭБД, осуществлена разработкой блок-схемы управленческими функциями; аналитической информации, физико-географической характеристики условий почвообразования, тематические матрицы содержания гумуса, поглощенных оснований солевого состава и питательных элементов. Вид ЭБД – составление модели включает процесс преобразования функций почвенной информации, где осуществляется набор географических данных, создавая функции прогноза размещения культур, оптимизации антропогенных нагрузок, применения удобрений и др. При этом обработанная информация по генетическим разностям почв, растительному покрову, принятой технологии, организации территории, хранится в отдельных слоях в цифровом виде в компьютере (Джамалова и др., 2007). Полученный информационный материал, распределен по слоям, причем, каждый слой представляет данные по одному из элементов почвенного покрова и его ресурсов: физико-химические, агрономические, мелиоративные, расположение дорог, водных источников и строительных объектов. Подготовленные информационные блоки представляют комплексную характеристику почвенного покрова и его ресурсообеспечивающего потенциала. Подготовка информационных блоков означает начало управленческого процесса и принятия решения о по их использованию. При необходимости рекомендуется включить содержание любого из слоев (включая картографические материалы), поменять их последовательность в зависимости от решаемых задач и вопросов, по которым принимаются практические предложения. По информации отдельных блоков представляется возможность контролировать объем и полноту накопленной информации, проводить комплексный пространственно-картографический анализ с принятием соответствующих решений. Для оперативного анализа и контроля хода выполнения, принятых решений рекомендуется использовать блочную систему информации, наложением отдельных слоев, один из которых представляет почвенный покров и его ресурсы. Оперативный контроль и слежение сохранения полноты использования ЭБД по отдельным слоям, осуществляется соблюдением стандартов и переводом естественного хода информационных блоков в машинный. Представляется реальная картина, описывающая динамику принятия характеристик почвенного покрова во-время, позволяющая выполнить принятое решение по восстановлению и воспроизводству потенциала почвенных ресурсов.

### Выводы

Одним из главных факторов рационального использования почвенных ресурсов является составление, применение электронной базы данных, характеризующих физико-химические и пространственные показатели почвенного покрова. Выполнение этой задачи связано с проведением значительного объема исследовательских работ, имеющих важное научно-практическое значение:

1. Основная цель создания электронной базы данных по почвам региона - перевод из бумажных носителей в электронные и подготовка общей структуры данных отвечающих требованиям рационального использования почвенных ресурсов. Важной задачей является привлечение всего архивного материала, накопленного в предшествующие периоды по отдельным регионам страны.

2. Представленная схема электронной базы данных и составленные почвенные карты Дагестана и Терско-Кумской низменности содержат информацию о свойствах отдельных типов почв. Степень соответствия разных масштабов съемки при дистанционном зондировании превышает точность более чем в два раза по сравнению с точностью полученной оцифровкой бумажных карт. Каждый почвенный контур и информационная база данных имеют географические координаты, как объектов планетарной ориентации.

3. Отличительной чертой электронной базы данных являются полученные географические координаты, позволяющие провести геопривязку, сохраняя во времени целостности, качества электронного варианта данных с цифровым отражением состава и свойств функционирующих почв и условий их образования. Для создания единой информационной базы данных по почвам Дагестана рекомендуется объединенными усилиями создать электронную базу вводимого в интернет - информационную основу управления почвенными ресурсами.

4. Предложена универсальная методика стандартизации и идентификации, введения, анализа, обработки почвенной информации для пользователей - землевладельцев. Электронная база данных выступает в качестве информационной основы - это классификационные неделимые единицы, связанные с почвенными образцами, анализами, описаниями. Предложена система оперативного управления по составлению программ, проектов с применением ЭБД по рациональному использованию почвенных ресурсов.

### Литература

1. Бабаев А.Г. Историко-географический анализ динамики пустынных экосистем //Проблемы освоения пустынь. 1989. №5. С. 18-25.
2. Бананова В.А. Динамика антропогенного опустынивания в аридных ландшафтах Калмыкии. Изд. Калмыцкого Государственного университета. 2014. 72 с.
3. Гельтман Д.В. Роль баз данных и мультимедийных технологий в передаче опыта. Систематика. Проблемы ботаники. С-Пб. 1998. С. 174-175.
4. Джалалова М.И., Загидова Р.М. Об информационной базе циклов затопления по ареалам распространения растительных сообществ. Материалы Всероссийской научной конференции. Махачкала. 2007. С. 107-112.
5. Дмитриев Е.П.А, Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд. МГУ. 1995. 320 с.
6. Загиров Н.Г., Савин И.Ю., Керимов Р.Н. Анализ земельных ресурсов Дагестана с применением географической информационной системы. Материалы всероссийской научной конференции. Махачкала. 2007. С. 69-71.
7. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Биарсланов А.Б. Опустынивание земель и применение ГИС-технологий в разработке мероприятий по управлению почвенными ресурсами. Сб. Почвенные и растительные ресурсы южных районов России их оценка и управление с применением информационных технологи. Махачкала, 2007. С. 9-18.
8. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мамаев С.А., Идрисов И.А. Геоинформационная система – "Почвы Дагестана" Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2012. № 61. С. 207-211.
9. Залибеков З.Г., Биарсланов А.Б. Применение информационных технологий в разработке мероприятий по управлению почвенными ресурсами. Изд. Вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки //№4. 2011. С. 87-91.
10. Залибеков З.Г., Биарсланов А.Б., Мамаев С.А., Асгерова Д.Б., Галимова У.М., Султанамедов М.С. Региональные закономерности распространения почв дельтовых экосистем и возможности их применения на разных континентах //Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 2 (71). С. 3-11.
11. Залибеков З.Г., Мамаев С.А. Почвенные ресурсы и их роль в создании продовольственной безопасности //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 65. С. 3-11.
12. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. Площадь засушливых земель равнин России //Аридные экосистемы. Т.15. № 37. 2009. С. 5-12.

13. Зонн С.В. Процессы опустынивания на различных континентах // Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: 1983. Наука. 180 с.
14. Ибаев Ж.Г., Мамаев С.А. Общие принципы разработки постоянно действующей гидрогеолого-математической модели Терско-Кумского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 260-264.
15. Крыщенко В.С., Татаринцева О.П., Замулина И.В. Некоторые проблемы и решения при формировании электронной базы данных, состава и свойств почв Южного Федерального округа. Материалы Всероссийской научной конференции. Махачкала. 2007. С. 18-21.
16. Мамаев С.А., Баламирзоев М.А., Залибекова М.З. О современном этапе развития почвенного картографирования в условиях аридного климатического режима // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2014. № 63. С. 107-112.
17. Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Залибекова М.З. О перспективах исследований разнообразия почв аридных территорий с применением информационно-аналитической системы в южных районах России // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 67. С. 257-261.
18. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. ГИС и базы данных в сейсмологии // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2010. № 56. С. 212-214.
19. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 73-75.
20. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш. ГИС-технологии и их применение при составлении электронных карт // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 66. С. 279-283.
21. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Мамаев А.С. Применение электронных баз данных в геологических исследованиях // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 4. С. 104-116.
22. Мамаев С.А., Идрисов И.А., Биарсланов А.Б., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. Современные методы ГИС-технологий и их применение при составлении электронной почвенной карты Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 65. С. 172-175.
23. Мамаев С.А., Курбанов М.К., Черкашин В.И., Ибаев Ш.Г. Применение ГИС-технологий для решения задач мониторинга в гидрогеологии // Гидрогеология в начале 21-века. Новочеркасск. 2006. С. 177-180.
24. Савин И.Ю. Дистанционные методы картирования почв. Материалы докладов VII съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. часть II. Белгород. 2016. С. 305-306.
25. Харин Н.Г. Дистанционные методы и охрана природы пустынь. М.: Наука. 1980. 102 с.
26. Мамаев С.А., Баламирзоев М.А., Залибекова М.З. Особенности почвенного картографирования в условиях аридного климатического режима // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21. № 1 (62). С. 22-28.

## Технические требования

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

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

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

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

Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

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

5. Список используемой литературы дается в конце статьи в алфавитнохронологическом (по первому автору) порядке: вначале на русском, а затем на английском и других иностранных языках. Авторский коллектив приводится полностью. В списке литературы даются только опубликованные работы. Ссылка в тексте дается в квадратных скобках и номер ссылки.

Список литературы 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.

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

7. 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 ДНЦ РАН  
© Коллектив авторов

**ISSN: 2541-9684**

**Научное издание**

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

Ежеквартальный научный журнал  
**Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН**  
Выпуск № 2 (77) 2019

Издаются по решению ученого совета ИГ ДНЦ РАН

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

Дизайн – Черкашин В.И.  
Верстка – Мамаев А.С., Ибаев Ж.Г., Идрисов И.А.  
Набор – Гусейнова А.Ш.

---

Подписано в печать 20.05.2019 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.  
Усл. п. л. 13. Уч.- изд. л. 7,5. Тираж 200 экз. Заказ №19-06-077.



Отпечатано в типографии АЛЕФ  
367002, РД, г. Махачкала, ул. С.Стальского 50, 3 этаж  
Тел.: +7 (8722) 935-690, 599-690, +7 (988) 2000-164  
[www.alefgraf.ru](http://www.alefgraf.ru), e-mail: [alefgraf@mail.ru](mailto:alefgraf@mail.ru)