



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геологии
Дагестанского научного центра РАН
"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"

ISSN: 2541-9684

№ 1 (84), 2021
Ежеквартальный
научный журнал

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

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

Научно-редакционный совет:

*д.т.н., ИПГ ДНЦ РАН
академик РАН, Коми НЦ УрО РАН
д.г.-м.н., г.н.с., профессор ЮРГПУ (НПИ)
д.г.-м.н., г.н.с., профессор ГИН РАН
академик РАН, ОНЗ РАН
член-корреспондент НАН Азербайджана
д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНЦ РАН
д.г.-м.н., профессор, ИГиИС НАН Армении
д.ф.-м.н., Чеченской академии наук
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, ДФИЦ РАН
член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
академик РАН, ГИН РАН*

*Алхасов А.Б.
Асхабов А.М.
Богуш И.А.
Гаврилов Ю.О.
Глико А.О.
Алиева Э.Г-М
Заалишвили В.Б.
Карапетян Д.К.
Керимов И.А.
Муртазаев А.К.
Морозов Ю.А.
Рабаданов М.Х.
Федонкин М.А.*

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н., г.н.с., ДФИЦРАН

к.т.н., в.н.с., ДФИЦРАН

*к.ф.-м.н, в.н.с., ДФИЦРАН
д.т.н., профессор, ДГТУ
д.т.н., профессор, ДГУ
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
к.г.-м.н., в.н.с., ДФИЦРАН
д.г.-м.н., г.н.с., ИПГ ВЭ – ИВТАН РАН
д.б.н., г.н.с., профессор, ДФИЦРАН
к.ф.-м.н., ДФИЦРАН
д.ф.-м.н., г.н.с., ДФИЦРАН
к.г.н., в.н.с., ДФИЦРАН
к.с.-х.н., с.н.с., ДФИЦРАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
к.г.-м.н., с.н.с., (научный редактор), ДФИЦРАН
д.г.-м.н., г.н.с., профессор, ИПГ ВЭ – ИВТАН РАН
к.г.-м.н., с.н.с., ДФИЦРАН
к.ф.-м.н., ДФИЦРАН
к.г.-м.н., ДФИЦРАН
д.т.н., г.н.с., профессор
к.г.-м.н., в.н.с., ДФИЦРАН
к.ф.-м.н., доцент, ДГУ
н.с., (ответственный секретарь), ДФИЦРАН
н.с., (технический редактор), ДФИЦРАН*

*Черкашин В.И.
(главный редактор)
Мамаев С.А.
(зам. главного редактора)
Алиев И.А.
Ахмедов Г.Я.
Ахмедов С.А.
Ашурбеков Н.А.
Газалиев И.М.
Гусейнов А.А.
Залибеков З.Г.
Ибаев Ж.Г.
Идармачев Ш.Г.
Идрисов И.А.
Кондаков В.М.
Курбанисмаилов В.С.
Магомедов Р.А.
Маммаев О.А.
Мацапулин В.У.
Таймазов Д.Г.
Темирбекова У.Т.
Тотурбиев Б.Д.
Юсупов А.Р.
Якубов А.З.
Гусейнова А.Ш.
Мамаев А. С.*

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

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

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Научный журнал "Труды Института геологии ДНЦ РАН" издается Институтом геологии ДФИЦ РАН с 1956 г. Рецензируемый научный журнал (включен в систему Российского индекса научного цитирования - РИНЦ) посвящен широкому спектру вопросов фундаментальной и прикладной геологии. Его отличие от других аналогичных журналов - в наибольшем охвате тематик в области геологии и геоэкологии. Обсуждаются проблемы, находящиеся на стыке науки и практики, использование современных ГИС-технологий в области наук о Земле.

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

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdnrcran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДГОРНЫЙ ДАГЕСТАН: СТРОЕНИЕ, НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ НАРАЩИВАНИЯ ЗАПАСОВ. ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА <i>Соборнов К.О.</i>	4
БОЛЬШОЙ КАВКАЗ В СИСТЕМЕ КАВКАЗА И РУДОГЕНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (на примере Горного Дагестана) <i>Гусейханов С.М.</i>	16
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ <i>Маммаев О. А., Маммаев Б. О.</i>	32
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЛИНЫ Р. ИСТИСУ В (ДАГЕСТАН) <i>Тулышева Е.В., Мацапулин В.У., Исаков С.И.</i>	36
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ КОМПОНЕНТОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ В УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ (ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЕ СОСРЕДОТОЧЕННОЕ В ВИДЕ ТРЕУГОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА) В ЗАДАЧЕ ЛЭМБА <i>Мусаев В.К.</i>	39
СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕУСТОЙЧИВОГО СКАЛЬНОГО МАССИВА В ГУНИБСКОМ РАЙОНЕ ДАГЕСТАНА <i>Идармачев Ш.Г., Джамалудинов А.М., Идармачев И.Ш.</i>	47
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МИГРАЦИИ МАКСИМУМОВ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА С СОПРЕДЕЛЬНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ЗА 1971 – 2020 ГГ. <i>Мусаев М.А.</i>	57
ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ ДАГЕСТАНА И ПРИГРНИЧНЫХ РАЙОНОВ ЗА 1970 - 2020 ГГ. <i>Асманов О.А., Асекова З.О.</i>	66
СЕЙСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА, АКВАТОРИИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН (ЧЕЧЕНСКАЯ РЕСПУБЛИКА, ГРУЗИЯ И АЗЕРБАЙДЖАН) В 2019 ГОДУ <i>Павличенко И.Н.</i>	72
АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА АРИДНЫХ ПОЧВ ПОД ЕСТЕСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ <i>Залибеков З.Г., Асгерова Д.Б., Мусалаева П.Д., Залибекова М.З.</i>	81
РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В РУДАХ И ПОРОДАХ МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЗИЛ-ДЕРЕ (ДАГЕСТАН) <i>Айтеков М-П.Б.</i>	91
МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ НИЗМЕННОГО ДАГЕСТАНА <i>Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Алхулаев К.Г., Юсупов З.А.</i>	95
ВАТНЫЕ ШТАНЫ <i>Мацапулин В.У.</i>	99
ГРИГОРИЙ ИВАНОВИЧ ДЕЙНЕГА	103

УДК 551.24 + 553.98

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-4-15

ПРЕДГОРНЫЙ ДАГЕСТАН: СТРОЕНИЕ, НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ
НАРАЩИВАНИЯ ЗАПАСОВ. ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА*Соборнов К.О.**ООО «Северо-Уральская нефтегазовая компания»,
Москва, Россия; ksobornov@yandex.ru*

Предгорный Дагестан относится к старым нефтегазоносным районам России с падающей добычей нефти и газа, что обусловлено истощением подготовленных поисковых объектов традиционного типа. Совместное изучение накопленных ранее и новых геолого-геофизических данных на основе современных концепций структурной геологии позволяет существенно развить представления о его строении и наметить новые перспективные поисковые объекты. Наиболее значительные из них связаны с вдвиговыми дуплексными структурами, расщепляющими осадочный в майкопских глинах. Из-за структурной дисгармонии структуры по меловым отложениям часто не имеют отражения в приповерхностных отложениях. Это затрудняло их выявление в прошлом. Рекомендуется бурение поисково-параметрической скважины на перспективную поднадвиговую структуру в районе Дылымской складки. В результате может быть сделано новое открытие и подтверждена перспективность нового типа поднадвиговых залежей.

Ключевые слова: Предгорный Дагестан; складчато-надвиговые зоны; вдвиги; расслоение чехла; месторождения нефти и газа; новые поисковые объекты.

PIEDMONT DAGESTAN: STRUCTURE, PETROLEUM HABITAT,
AND POTENTIAL OF RESERVE BUILDUP*K.O. Sobornov**North Uralian Petroleum Company Ltd., Moscow, Russia, ksobornov@yandex.ru*

Piedmont Dagestan is one of the oldest petroleum-producing areas of Russia, with a declining output of oil and gas, which is related to the exhaustion of traditional exploration objectives. The integrated interpretation of vintage and newly acquired geological and geophysical data using modern structural geology concepts allowed the introduction of an updated understanding and the prediction of new exploration opportunities. The most important of them are related to the wedge-shaped thrust zones inserted into the sedimentary cover of the foredeep along the Maikop (Oligocene-Lower Miocene) shale. Anticlines within the allochthonous assemblage often are not expressed in the shallow Miocene beds due to the disharmonic folding. This structural setting has hampered the delineation of buried hydrocarbon leads. A new exploration well is proposed to test a selected subthrust objective in the area of the Dylm anticline. It may result in a new field discovery and de-risk the new subthrust exploration play.

Key words: Piedmont Dagestan; fold and thrust zones; wedge-shaped thrusts; delamination of sedimentary cover; oil and gas fields; new prospects.

Предгорный Дагестан представляет собой протяженную область предгорной складчатости, расположенную в зоне сочленения Большого Кавказа и осевой зоны Терско-Каспийского краевого прогиба. Он окаймляет плоскогорье Известнякового Дагестана, совместно с которым они образуют выступ Дагестанского клина, который вдавливается в краевой прогиб (рис. 1).

Предгорный Дагестан является одним из старейших нефтегазоносных районов России. Упоминания о существовании в его пределах естественных выходов нефти и газа содержатся в арабских манускриптах 9 века, а коммерческая добыча нефти была начата Англо-Русской нефтяной компанией в 1898 г (Куприн, 1959). Исследованию строения и нефтегазоносности этого района посвящены труды многих крупнейших геологов. К числу первопроходцев относятся такие знаменитые исследователи как Г.В. Абих, Н.Н. Барбот де Марни, Н.С. Шатский, И.О. Брод, Н.Б. Вассоевич, Н.Ю. Успенская, В.Д. Голубятников, И.А. Конюхов, П.П. Куприн и другие. Их исследования послужили основой современного понимания геологического строения этого района, что явилось базой становления нефтегазовой промышленности Дагестана.

Большой вклад в развитие геологических исследований внесли Ф.Г. Шарафутдинов, Д.А. Мирзоев, Б.А. Соколов и многие другие геологи и геофизики. В результате в 1980-х годах добыча нефти и газа в Дагестане достигла своего пика.



Рис. 1. Перспективное представление рельефа Восточного Кавказа и Терско-Каспийского прогиба по данным спутниковых фотосъемок (<https://earth.google.com/>). Выделены основные геолого-геоморфологические зоны рассматриваемого региона.

В последующие годы происходило снижение добычи нефти и газа, что во многом было связано с экономическими преобразованиями, которые произошли в 1990-х годах. Их следствием явилось значительное сокращение объемов геолого-разведочных работ. Кроме этого, «лоскутное» недропользование, ограниченное лицензионными участками компаний, способствовало утрате целостного понимания геологического строения бассейна и развития его нефтегазовых систем. Оно также затруднило доступ экспертного сообщества к новой геолого-геофизической информации. Это привело к ухудшению качества подготовки перспективных объектов и общему снижению эффективности геологоразведки. В результате сложилось представление о том, что нефтегазоносный потенциал Предгорного Дагестана близок к своему исчерпанию. Вместе с тем, анализ накопленных данных с применением новых геологических концепций дают основания полагать, что нефтегазоносный потенциал этого региона существенно больше, чем принято думать. Особый интерес в этой связи представляют новые сейсмические данные, полученные в последние два десятилетия на суше Предгорного Дагестана, а также в прилегающей части Каспийского моря. Они позволяют наметить в пределах этого района ряд новых перспективных нефтегазоносных объектов, опосредованное опосредованное может дать второе дыхание этому нефтегазоносному району.

Строение Предгорного Дагестана

Новая структурная интерпретация Предгорного Дагестана показывает, что к числу перспективных нефтегазоносных объектов в первую очередь относятся складчато-надвиговые структуры, сложенные регионально нефтегазоносными верхнеюрско-эоценовыми карбонатными отложениями. Существование перспективных не разбуренных структур в этих отложениях обусловлено особенностями тектоники Предгорного Дагестана. Дело в том, что строение этого комплекса определяется системой дуплексных вдвиговых деформаций (рис. 2 и 3). Многоярусная система глубинных надвигов северной vergenции формируют в компетентных юрско-эоценовых отложениях систему тектонических пластин, к фронтальным частям которых приурочены высокоамплитудные антиклинальные складки (Соборнов, 1988 и др., Соколов и др., 1990).

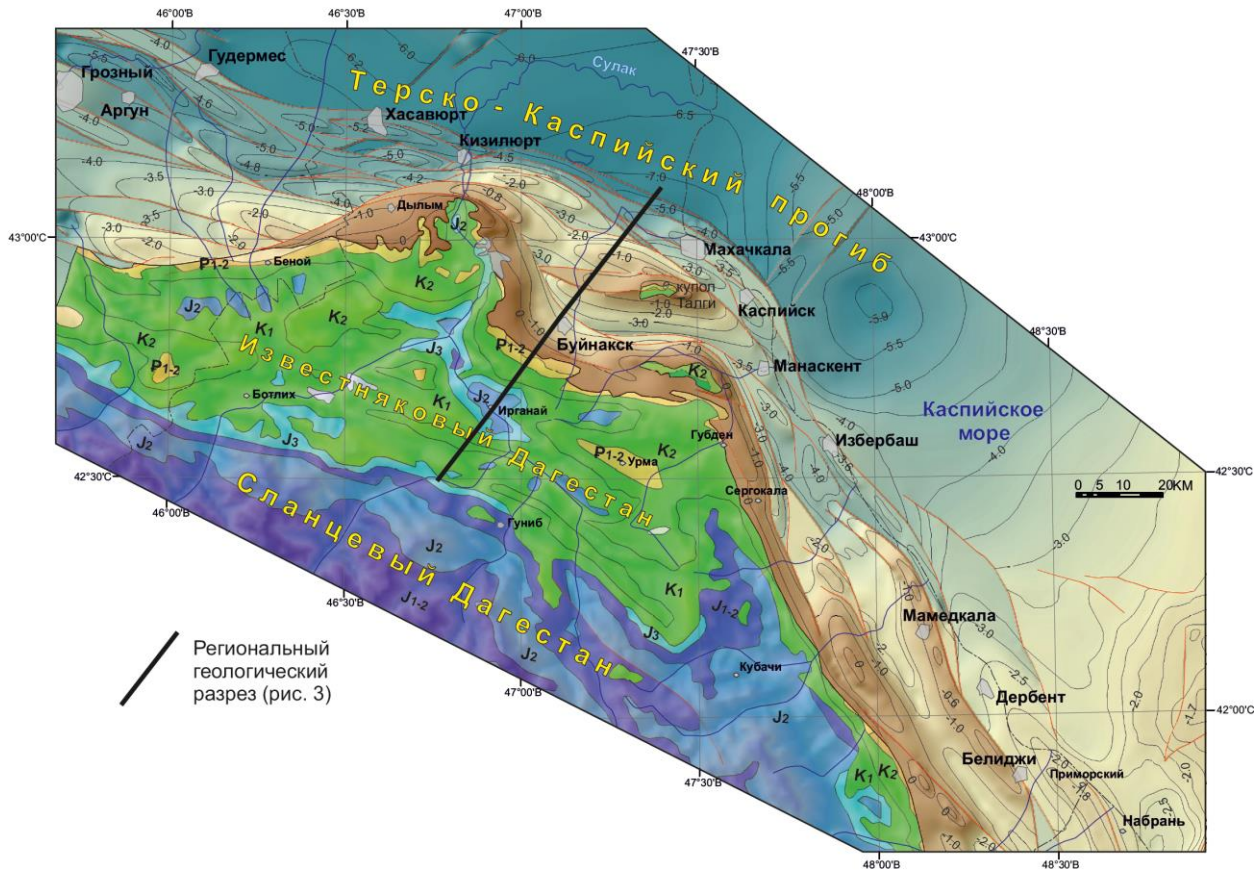


Рис. 2. Структурная карта Предгорного Дагестана и прилегающей части Терско-Каспийского прогиба, наложенная геологическую карту Восточного Кавказа (составлена с использованием данных Мирзоева и Шарафутдинова, 1986; Джабраилова и др., 1991; Сабанаева и др., 2012 и др.). Показано положение регионального геологического разреза на рис. 3.

В профильном сечении тектонические пластины Дагестанского клина расщепляют осадочный чехол Терско-Каспийского прогиба вблизи основания майкопской свиты, сложенной преимущественно пластичными глинистыми отложениями. Особенностью этого стиля строения является дисгармоничность деформаций на разных глубинах (рис. 3).

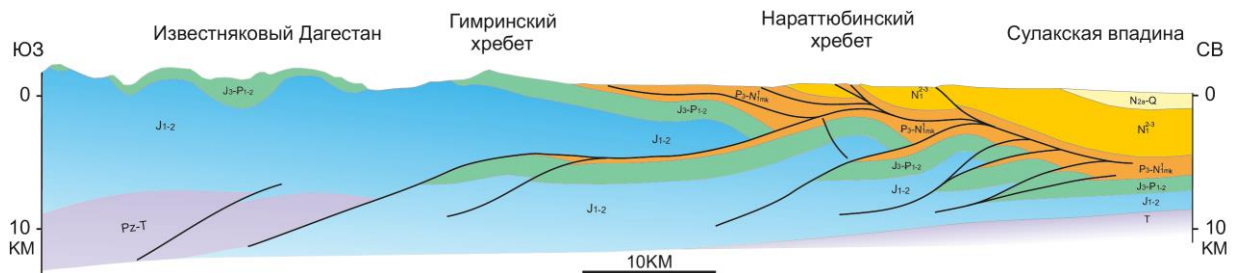


Рис. 3. Региональный геологический разрез пояса надвигов Дагестана (из Соборнов, 1996 с дополнениями). Положение разреза см. на рис. 3.

Представленная структурная схема Предгорного Дагестана по поверхности верхнемеловых отложений и региональный геологический разрез составлены на основе интерпретации данных сейсморазведки, бурения и геологического картирования. Надежность структурных построений изменяется в широких пределах, отражая значительную неоднородность геолого-геофизической изученности этого региона. Основная неопределенность интерпретации относится к внутренней части пояса надвигов. В целом строение поверхности верхнемеловых от-

ложений демонстрирует доминирующую роль надвиговых деформаций северо-восточной вергенции. В плане надвиговые поверхности верхнемеловых отложений образуют систему линейных складок, ступенчато погружающуюся в направлении краевого прогиба. Последовательно наложение надвиговых пластин образуют дислоцированный южный борт Терско-Каспийского прогиба. В южной части рассматриваемой территории в районе Салатаусского и Гимринских хребтов верхнемеловые отложения залегают на высоте около 2 км. В 40-60 км севернее отложения погружены на глубины около -7,0 км в Сулакской впадине. Это погружение осложнено высокоамплитудными антиклинальными складками, приуроченными к фронтальным частям тектонических пластин. Амплитуда отдельных складок, таких как, например, купол Талги, превышает 1 км. В северном направлении отмечается уменьшение размера структур, что является закономерным следствием утонения тектонических пластин в этом направлении.

В плане центральной части Предгорного Дагестана отвечает выпуклая к северо-востоку фронтальная зона Дагестанского клина. В этой части пояса надвигов структурный рельеф является наиболее контрастным. Оси складок изогнуты согласно общему структурному рисунку с выпуклостью на северо-восток. В этой зоне сосредоточены самые крупные месторождения Предгорного Дагестана - Димитровское и Шамхал-Булак. По миоценовым отложениям эта часть Предгорного Дагестана очерчивается Нараттюбинским хребтом.

Западнее Центральный сегмент зоны складчатости Предгорного Дагестана расположена зона линейных складчато-надвиговых деформаций, которая представляет собой продолжение Терско-Сунженской зоны. В пределах рассматриваемого района поверхность меловых отложений нарушена большим числом разломов небольшой амплитуды, образуя зону тонкочешуйчатой складчатости. Структурные различия этой зоны от Дагестанского клина, по всей вероятности, обусловлены изменением приуроченности основной поверхности расслоения осадочного чехла (Соборнов, 1996). В пределах Терско-Сунженской зоны эта поверхность располагается в эвапоритах титонского яруса. Эти отложения выклиниваются на западе Дагестанского клина, где поверхность расслоения осадочного чехла переходит на уровень нижнесреднеюрских глинистых отложений.

Южнее Дагестанского клина расположена зона Приморского Дагестана. Она отличается существенно меньшей напряженностью складчато-надвиговых деформаций. На суше эти деформации сосредоточены главным образом в двух антиклинальных зонах северо-западного простирания - Восточной и Западной. В прибрежной части Каспийского моря по сейсмическим данным намечается Прибрежная зона поднятий. Граница Приморского Дагестана с Дагестанским клином не имеет четкого выражения в структуре поверхности верхнемеловых отложений. Она представляет собой зону концентрации деформаций, расположенную между поднятием Ачи-су и северного окончания Восточной и Западной антиклинальных зон. Анализ регионального строения зоны сочленения Терско-Каспийского прогиба и Восточного Кавказа показывает, что своеобразие строения Приморского Дагестана, вероятно, обусловлено двумя факторами. Во-первых, в прилегающей части Каспийского моря выделяется крупное поднятие, образованное доюрскими отложениями. К нему приурочена зона резкого сокращения толщин нижнесреднеюрских отложений. Оно, вероятно, ограничивало распространение надвиговых деформаций. Кроме этого, характерная эшелонированность складчатой структуры этой зоны указывает на существенный компонент правостороннего сдвига в этой зоне. Сдвиговые деформации, вероятно, отражают конфигурацию тектонических плит, вовлеченных в коллизию в области Большого Кавказа (Хаин, 1975 и др.).

Строение зон вдвиговых деформаций

Сейсмическое изображение зон вдвиговых деформаций в зоне фронта Дагестанского клина представлено на композитном разрезе (рис. 4). Геологическая интерпретация этого разреза учитывает данные бурения и геологической съемки. Он составлен из разреза, пересекаю-

щего купол Талги и северную периклинали Димитровского месторождения, а также фрагмента сейсмического разреза в прилегающей части Каспийского моря. Качество сейсмического изображения к северо-востоку от Талгинского купола не высоко. Это в определенной степени связано с большими углами залегания юрско-эоценовых отложений. Кроме этого, здесь, вероятно, широко распространены олистолиты мел-эоценовых карбонатов, залегающие в нижних горизонтах майкопских глин (Шарафутдинов и др., 1999). Блыбовые включения карбонатов в глинах рассеивает сейсмическую энергию и снижает геологическую информативность данных.

В центральной части профиля отмечается структурная дисгармония юрско-эоценовых и миоценовых отложений, обусловленная системой вдвиговых деформаций. Юрско-эоценовые отложения разбиты на тектонические пластины, надвинутые на ложе краевого прогиба. Перекрывающие их миоценовые отложения залегают в виде слабодислоцированной моноклинали, осложнённой пологими надвигами противоположной vergенции. Надвиги встречного падения, ограничивающие аллохтонные клиновидные пластины сливаются друг с другом перед фронтом деформаций в майкопских глинах. В пользу вдвиговой модели строения этой структурной зоны, в частности, свидетельствует то обстоятельство, что толщина аллохтонного клина примерно соответствует высоте перекрывающей его моноклинали, образованной миоценовыми толщами. Это говорит о том, что формирование надвиговых структур произошло главным образом после накопления среднемиоценовых отложений за счет внедрения под них аллохтонного клина. Наличие угловых несогласий в акватории Каспия перед фронтом деформаций фиксирует время эпизодов складчатости.

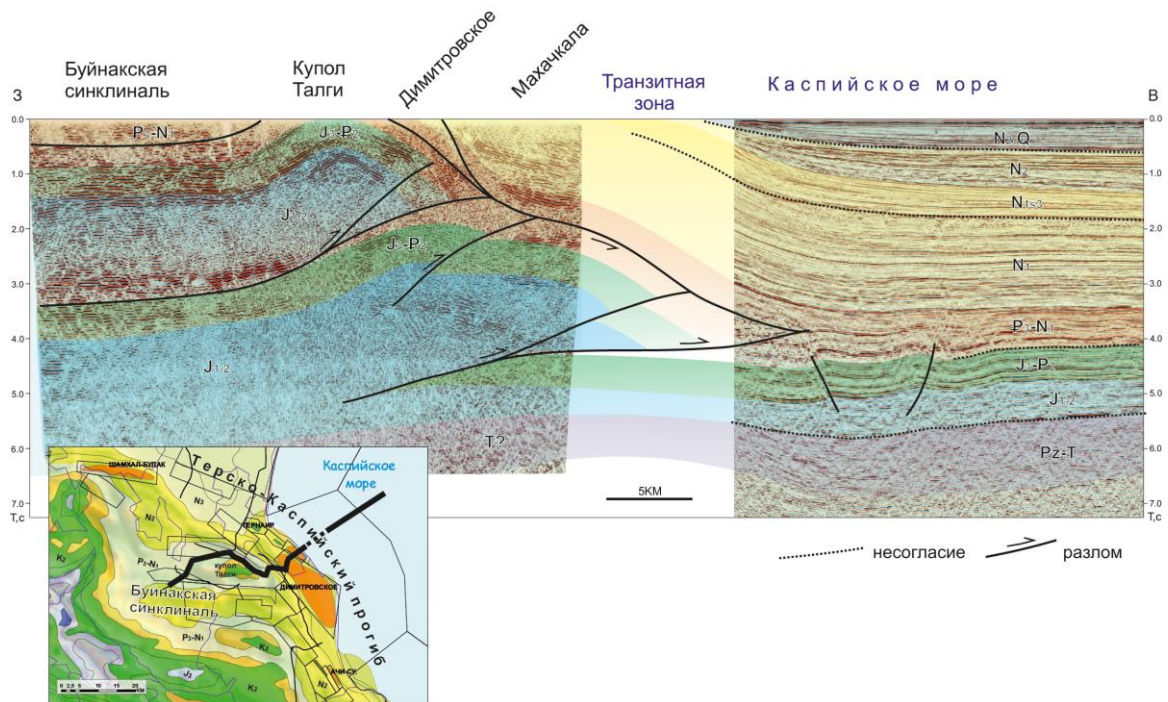


Рис. 4. Интерпретированный композитный сейсмический разрез Предгорного Дагестана в районе купола Талги. Положение разреза показано на карте-врезке.

В районе купола Талги на глубине около 2,5-3,0 секунд (около 5,5-7,5 км) под высокоамплитудной складкой, подчеркнутой выпуклыми сейсмическими горизонтами, прослеживается пологое залегание отражающих горизонтов. В совокупности с данными о региональной структуре осадочного чехла это позволяет предполагать наличие крупного пологого надвига, раслаивающего осадочный чехол на уровне нижнесреднеюрских отложений. По этому разлому верхняя (Талгинская) тектоническая пластина перемещена в северо-восточном направлении на

значительное расстояние, которое может измеряться десятками километров. С активными надвиговыми нарушениями этого типа, вероятно, связана активная мелкофокусная сейсмичность Предгорного Дагестана.

Многокилометровое поперечное сокращение протяженности длины слоев юрско-эоценовых отложений в значительной мере компенсируется надвигами встречной (антикавказской) вергентности, которые затрагивают перекрывающие майкопско-среднемиоценовые отложения. Эти нарушения определяют поверхностное строение Предгорного Дагестана. На рисунке 5 показана фотография выхода на поверхность плоскости разрыва данного типа в зоне Нараттюбинского хребта.



Фотография обнажения среднемиоценовых терригенных отложений Нараттюбинского хребта, нарушенных субпластовым надвигом юго-западной (антикавказской) вергентности. Зона надвига ограничена пунктирными линиями. Стрелки показывают направление перемещения. В основании надвигов выделяются песчаные нептунические дайки.

На рассматриваемом участке этот разлом имеет субпластовый характер, что видно из того, что он простирается субпараллельно слоистости перекрывающих и подстилающих отложений. Он разделяет пачку массивных трещиноватых песчаников в верхней части обнажения от толщи песчано-глинистых отложений, моноклинально погружающихся на северо-восток. Сам разлом представляет собой зону высокой расланцованности преимущественно глинистых мелкощебенчатых отложений, пронизанных многочисленными минерализованными жилами. Большинство этих жил ориентированы диагонально по отношению простираения разлома. Толщина разлома составляет около 10 м. В глинисто-песчаной пачке, расположенной под разломом, отмечается наличие песчаных нептунических даек. В зоне разлома в верхней части фотографии выделяется изометричное комковатое тело нестатифицированных песчаников, которое контактирует с нептуническими дайками, расположенными непосредственно ниже. Это песчаное тело, вероятно, представляют собой продукт инъекции песка (песчаных инжектитов).

Наличия минерализованных жил и нептунических даек в зоне разлома свидетельствует об активной роли пластовых флюидов в тектонических деформациях. В значительной мере источником этих флюидов могли являться подстилающие майкопские глины, в которых по мере их захоронения происходила трансформация глинистых минералов, сопровождавшаяся выделением больших объемов воды. Преимущественно глинистый состав этих отложений затруднял

удаление вод, что вело к росту пластового давления. В этих условиях разломы служили преимущественными путями выделения избыточных объемов пластовых флюидов. Высокий градиент давлений между погруженными терригенными отложениями с АВПД и зонами развития разломов способствовал формированию наблюдаемых песчаных даек и тел инжектитов.

Совокупность надвиговых нарушений встречной ориентации на разных стратиграфических уровнях образует взаимосвязанную систему складчато-надвиговых нарушений вдвигового типа. Ее особенностью является закономерная дисгармоничность деформаций отложений, образующих аллохтонное ядро вдвигового комплекса, состоящего из компетентных юрско-эоценовых отложений, и перекрывающего миоценового покрова. Несоответствие структурных планов юрско-эоценовых и миоценовых комплексов компенсируется вариациями толщин разделяющих их майкопских глинистых отложений. В рамках данной структурной модели, надвиги южной вергенции, секущие миоценовые отложения, можно сравнить со стружкой, которая отслаивается от нижележащего мезозойско-эоценового вдвигового клина.

Доколлизийный седиментационный контроль формирования Дагестанского клина

Наблюдаемый структурный стиль деформаций Дагестана клина существенно отличается от других сегментов складчатого борта Терско-Каспийского прогиба. Особый интерес в этой связи представляет своеобразная выпуклая форма этой структурной зоны. Исследование закономерностей изменений структурной выраженности складчато-надвиговых деформаций дает основание полагать, что это своеобразие в значительной мере определяется особенностями геологического развития кавказского бассейна в нижнесреднеюрское время. В это время в пределах Большого Кавказа существовал обширный осадочный бассейн, возникший в тылу вулканической дуги, расположенной в Закавказье (Хаин, 1975 и др.). В области современного Горного Дагестана в это время образовалась крупная дельтовая система. Учитывая ее размеры и область водосбора, ее можно рассматривать в качестве палео-Волги. Наиболее полно исследована хорошо обнаженная ааленская часть этой дельты, представленная карахской свитой в зоне Сланцевого Дагестана (Фролов, 1965; Черкашин и др., 2015 и др.). В схематическом виде седиментационные условия ааленского времени показаны на рисунке 6. Площадь этой дельты распространения существенно превышала современные размеры этой области, так как во время кайнозойской коллизии она подверглась складчатости. Толщина накопившихся в этом бассейне дельтовых и прodelьтовых нижнесреднеюрских отложений составляет порядка 10 км. В сопредельных частях Кавказа таких крупных дельт не существовало.

Представляется, что в условиях коллизийного сжатия наличие этой многокилометровой толщи существенно глинистых дельтовых отложений способствовала распространению деформаций на обширной площади. Передача деформаций из зоны коллизии в осевой зоне орогена Кавказа осуществлялась за счет развития субпластовых надвигов и зон расслоения осадочного чехла вдоль механически некомпетентных протяженных глинистых интервалов (детачментов). Закономерным следствием структурного расслоения осадочного чехла явилось то, что промежуточная область Известнякового Дагестана испытала общий подъем при относительно небольших внутренних складчатых деформациях. Сокращение толщины дельтового комплекса и выклинивание глинистых пластов в северном направлении привело к невозможности дальнейшего субпластового расслоения осадочного чехла. В результате чего произошла смена типа деформаций. Покровные структуры трансформировались в многоярусную систему надвиговых деформаций Предгорного Дагестана. Таким образом, выпуклая форма Дагестанского клина, по всей вероятности, определяется морфологией и осадочным выполнением нижнесреднеюрской палео-дельты.



Рис. 6. Схема седиментационных обстановок ааленского времени Восточного Кавказа и Скифской плиты без учета палинспастических реконструкций (использованием данных Фролова, 1965, Черкашина и др. 2015 и др.). В пределах Восточного Кавказа выделяется крупная дельтовая система (палео-Волга).

Данный механизм формирования зоны складчатости рассматриваемого района дает основание полагать, что в пределах зоны внешней периферии Дагестанского клина надвиговые деформации имеют наибольшее распространение. В этой связи можно рассчитывать на наличие в этой зоне ряда непоискованных антиклинальных структур, полностью или частично перекрытых надвиговыми пластинами.

Кроме структурообразующей роли нижнесреднеюрская дельта, вероятно, оказала также большое влияние на нефтегазоносность Терско-Каспийского бассейна. Геохимические исследования показывают, что эта дельтовая толща служила мощным очагом нефтегазообразования. Термическая зрелость этих отложений подтверждается результатами геохимических и углепетрографических исследований (Соколов и др., 1990). Принимая во внимание палеоструктурные условия юрско-мелового бассейна Восточного Кавказа, можно предполагать, что основной поток нефти и газа, производимого этим очагом, был направлен в направлении современного Среднего Каспия, где в последние годы открыты крупные залежи нефти и газа. При этом основными путями углеводородных миграционных потоков могли служить аллювиальные песчаники.

Нефтегазоносность вдвиговых зон

Структурная дисгармоничность структурным планом миоценовых и юрско-эоценовых отложений, долгое время затрудняло выявление залежей нефти и газа в отложениях нижнего структурного этажа. Как можно видеть на примере месторождения Ачи-су, положение свода поднятия по меловым отложениям смещено относительно миоценовой антиклинали (рис. 7).

Несоответствие структурных планов компенсируется значительными вариациями толщин майкопских глин. В условиях отсутствия надежных данных о глубинном строении, значительная часть скважин, нацеленных на вскрытие меловых отложений, бурилась за пределами свода.

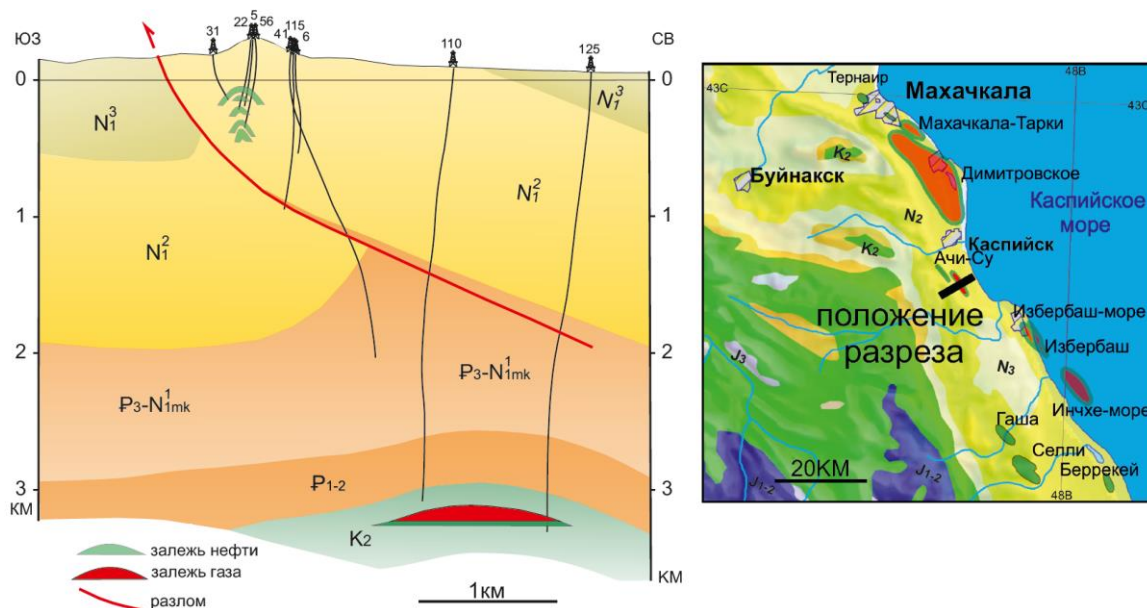


Рис. 7. Геологический разрез месторождения Ачи-су, показывающий дисгармоничное строение миоценовых и мел-эоценовых отложений (по данным ПО Дагнефть).

Положение разреза см. на карте-врезке.

Следствием вдвигового строения Предгорного Дагестана явилось то, что на поверхности в той или иной мере проявляются только самые высокорельефные антиклинали, такие, как, например, купол Талги. В этих условия выявление многих структур по меловым отложениям возможно только с применением геофизических исследований. Ярким примером структур, не имеющих отражения в перекрывающих отложениях, является Димитровское поднятие. С ним связано одноименное нефтегазоконденсатное месторождение, являющееся крупнейшим в Предгорном Дагестане. Учитывая невысокую изученность Предгорного Дагестана современной сейсморазведкой можно предполагать, что в его пределах могут находиться крупные неопределенные перспективные объекты.

Данное предположение согласуется с практикой геолого-разведочных работ в районах аналогичного строения в различных районах мира (Jones, 1982; Yang et al., 2019 др.). Примечательно, что с этими структурными зонами связаны много крупных и уникальных месторождений нефти и газа. Примерами могут служить ряд крупных залежей нефти и газа, выявленных в пределах зоны сочленения Таримского бассейна и складчатого пояса Тянь-Шань (рис. 8). Данный пример показывает, что целый ряд залежей нефти и газа заключен в складки, которые не имеют непосредственного выражения в поверхностных слоях.

Существенно, что многие крупные месторождения в зонах вдвигового строения были открыты спустя десятилетия после начала поисковых работ. Это обстоятельство показывает, что представления о неизбежном сокращении крупности новых открытий по мере проведения поисковых работ не оправдано для подобных районов сложного строения. Применение новых геотехнологий и современных геологических концепций нередко приводит к крупным неожиданным открытиям в таких районах.

Исследования строения этих районов показывают, что одним из наиболее важных обстоятельств, обеспечивающих высокую концентрацию в их пределах нефти и газа, является то, что продуктивные ловушки часто облекаются глинами или солями. При этом, разломы, к которым

приурочены продуктивные складки, не выходя на поверхность. Этим достигается сохранность залежей в аллохтонных пластинах. Глинистые толщи, в которые внедряются аллохтонные пластины, как правило, содержат нефтегазопродуцирующие интервалы, насыщающие ловушки углеводородами. В условиях Предгорного Дагестана таким интервалом является хадумский горизонт, залегающий в основании майкопской серии.

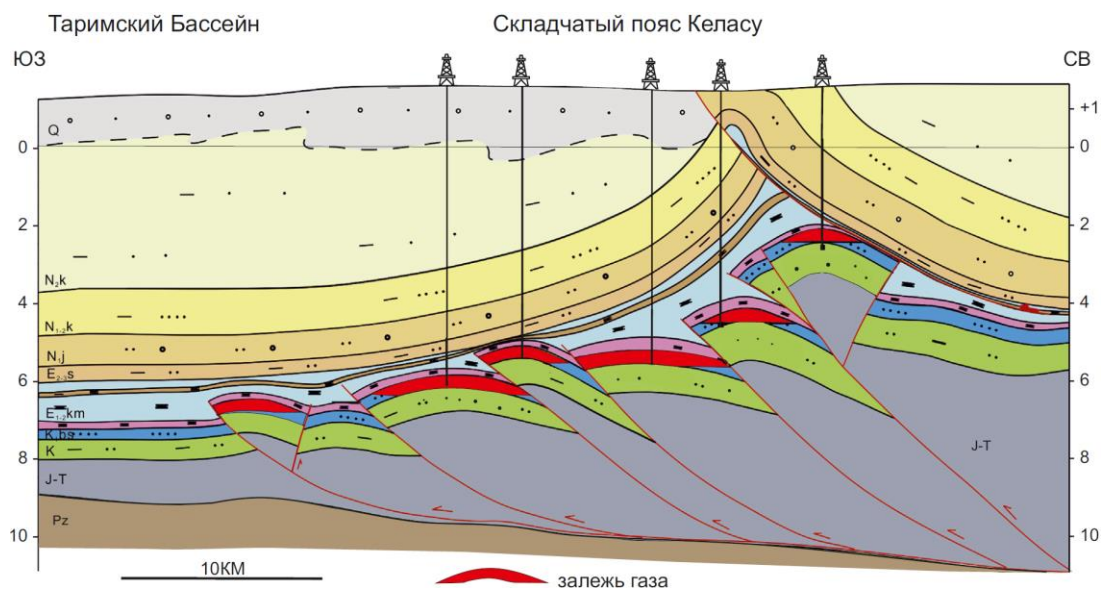


Рис. 8. Геологический разрез складчатого пояса Келасу в зоне сочленения Таримского бассейна и складчатого пояса Тянь-Шань (Yang et al., 2019 с упрощением). Показано структурное положение залежей газа во вдвиговых пластинах, сложенных триас-эоценовыми отложениями.

Перспективы нефтегазоносности, рекомендации

Исследование геохимических характеристик осадочного чехла Предгорного Дагестана и реконструкции бассейнового развития показывают, что нефтегазогенерационный потенциал этого района несопоставимо выше, чем выявленный объем запасов нефти и газа (Соколов и др., 1990 и др.). Основными источниками нефти и газа являлись нижнесреднеюрские отложения Восточного Кавказа, в пределах которого располагалась крупная дельтовая система, а также нефтематеринские интервалы в нижних горизонтах майкопской свиты. Дополнительные объемы нефти и газа могли быть произведены апт-альбскими отложениями. Наличие этих источников нефти и газа дает основание полагать, что существуют возможности для значительного прироста запасов нефти и газа.

Ретроспективный анализ геолого-разведочных работ, проведенных в Предгорном Дагестане показывает, что в прошлом значительная часть скважин не решала поставленных геологических задач из-за проектных решений, которые не учитывали особенностей геологического строения (рис. 7). Отмеченная структурная дисгармония складчато-надвиговых деформаций юрско-эоценового и миоценового структурных этажей представляют собой основную сложность при определении структурного плана погруженных перспективных отложений.

Значительный вклад в изучение нефтегазоносного потенциала Предгорного Дагестана в современных условиях может дать бурение поисково-параметрической скважины, направленной на оценку нефтегазоносности поднадвиговых структур. С учетом сложившейся лицензионной ситуации одним из таких районов Предгорного Дагестана, может быть район Дылымского поднятия. Существующие геолого-геофизические данные позволяют рассчитывать, что в этом районе под верхней тектонической пластиной на доступных глубинах может быть вскрыта поднадвиговая складка, с которой может быть связаны залежи нефти и газа в юрско-эоценовых отложениях. На рисунке 9 показан геологический разрез через рассматриваемую

Заключение

Анализ современной геолого-геофизической изученности Предгорного Дагестана с учетом установленных особенностей структуры этого района показывает высокую вероятность наличия в его пределах неопределенных перспективных нефтегазоносных объектов. С высокой вероятностью они приурочены к антиклинальным складкам в юрско-эоценовых отложениях, не имеющих выражения в приповерхностных слоях. Для опробования объектов подобного типа рекомендуется бурение поисково-параметрической скважины в районе Дылымского поднятия.

Литература

1. Джабраилов М.О., Сабанаев К.А., Шарафутдин Ф.Г. и др. Карта перспектив нефтегазоносности Дагестана (по данным ПО «Дагнефть», ПО «Грознефтегеофизика», ПО «Дагестангазпром», масштаб 1:200 000. Сев.-Кав. АГП Роскартографии, 1991.
2. Куприн П.Н. Нефтегазоносность Восточной антиклинальной зоны Дагестана. Труды КЮГЭ, 1959, вып. 4, 149-327.
3. Мирзоев Д.А., Шарафутдинов Ф.Г. Геология месторождений нефти и газа Дагестана. – Махачкала : Дагестанское книжное изд-во, 1986, 312 с.
4. Сабанаев К.А., Шалбузова Л.В. Тектоническая карта Дагестана, М 1:500000 (объяснительная записка). Махачкала, 2012, 128 с.
5. Соборнов К.О. Поднадвиговые зоны нефтегазонакопления — новый объект поисков нефти и газа в Предгорном Дагестане // Геология нефти и газа. 1988, 2, 8–12.
6. Соборнов К.О. Структурная сегментация Восточно-Кавказского пояса надвигов // Геотектоника. 1996, 5, 76–88.
7. Соколов Б.А., Корчагина Ю.И., Мирзоев Д.А., Сергеева В.Н., Соборнов К.О., Фадеева Н.П. // Нефтегазообразование и нефтегазонакопление в Восточном Предкавказье. – М. : Наука, 1990, 206 с.
8. Фролов В.Т. Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических и палеогеографических исследований // М.: Изд-во МГУ. 1965, 180 с.
9. Хаин В.Е. Основные этапы тектоно-магматического развития Кавказа: опыт геодинамической интерпретации. Геотектоника, 1975, 1, 13-27.
10. Черкашин В.И., Гаврилов Ю.О., Захаров В.А и др. Юрские отложения центральной части Горного Дагестана. Путеводитель геологических экскурсий VI Всероссийского совещания “Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии”, 15-20 сентября 2015 г., г.Махачкала. – Махачкала: АЛЕФ, 2015, 132 с.
11. Шарафутдинов В.Ф., Шарафутдинов Ф.Г., Магомедов А.Х. Геология и перспективы нефтегазоносности олигоцен-нижнемиоценовых отложений Дагестана //Махачкала: Даг. кн. изд-во.- 1999, 224 с.
12. Jones P.B. Oil and gas beneath east-dipping underthrust faults in the Alberta Foothills / Ed. R.B. Powers // Geological studies of the Cordilleran Thrust Belt. – Т. 1. – Denver: Rocky Mountain Association of Geologists, 1982, 61–74.
13. Palshin, N.A., Giraudo, R.E., Yakovlev, D.V. et al. Detailed magnetotelluric study of the northern part of Subandian fold belt, Bolivia, Journal of Applied Geophysics, 2020, V.181, 104136, DOI:10.1016/j.jappgeo.2020.104136
14. Yang H, Li Y., Tang Y др. Reservoir accumulation conditions and key exploration and development technologies for Keshen gas field in Tarim Basin. PetroleumResearch, 2019, 4, 295-313.

УДК 551

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-16-31

БОЛЬШОЙ КАВКАЗ В СИСТЕМЕ КАВКАЗА И РУДОГЕНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

(на примере Горного Дагестана)

Гусейханов С.М.

ИГ ДФИЦ РАН

В предлагаемой статье осадконакопление, складкообразование, образование обогащенных при осадконакоплении рудоматеринских пород, продуктивный (гидротермальный) этап рудогенеза связывают с коллизионными, обусловленными субдукцией Аравийской плиты под Скифскую плиту, усилиями, которые на Кавказе происходили в полихронном режиме. Полихронный режим проявления коллизионных процессов был спровоцирован выступающим к северу острием Аравийской плиты, напротив которого началось формирование современного геологического строения Кавказа, которым постепенно охватывались северо-западные и юго-восточные части. Промышленная ценность рудных объектов всецело определялась «объемностью» образовавшихся при складкообразовании рудных ловушек, в которых из зародившихся рудоматеринских породах гидротермальных растворов осаждались рудные минералы. «Объемность» рудных ловушек зависела от их приуроченности к определенным участкам, где они формировались.

Ключевые слова: субдукция, коллизионные усилия, тектонический (аккреционный) клин, геосинклинальный прогиб, геоантиклинальное поднятие, полихронный режим развития событий, рудные ловушки.

GREAT CAUCASUS IN THE CAUCASUS SYSTEM AND ORE PROCESSES

(on the example of Gorny Dagestan)

Guseikhanov S.M.

Institute of Geology, DPRC RAS

In the proposed article, sedimentation, folding, the formation of source rocks enriched during sedimentation, the productive (hydrothermal) stage of ore genesis is associated with collisional efforts caused by the subduction of the Arabian plate under the Scythian plate, which took place in the Caucasus in a polychronous mode. The polychronous mode of manifestation of collisional processes was provoked by the tip of the Arabian plate protruding to the north, opposite which the formation of the modern geological structure of the Caucasus began, which gradually covered the northwestern and southeastern parts. The industrial value of ore objects was entirely determined by the "bulk" of the ore traps formed during folding, in which ore minerals were deposited from the originating ore source rocks of hydrothermal solutions. The "bulk" of ore traps depended on their confinement to certain areas where they were formed.

Key words: subduction, collisional forces, tectonic (accretionary) wedge, geosynclinal trough, geoanticlinal uplift, polychronous mode of development of events, ore traps.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ранними исследованиями [11] была показана зависимость приуроченности представляющих промышленную и непромышленную ценность колчеданных рудных объектов от «объемности» образовавшихся при складкообразовании рудных ловушек, где при миграции гидротермальных растворов они выпадали в осадок, объемность которых в свою очередь зависели от приуроченности путей миграции гидротерм к определенным частям складчатого сооружения Большого Кавказа (БК). Проведенными исследованиями было определено, что жильной природы не имеющие практической ценности рудные объекты ГД приурочены к северному крылу Кизил-Деринской синклинали (синформы, синеклизы в зависимости от точек зрения на формирование складчатого сооружения БК) между антиклинориями Главного Кавказского и Бокового Кавказского хребтов (АБКХ и АБКХ). Месторождение Кизил-Дере в этой структуре приурочено к смежному крылу АГКХ и Кизил-Деринской синклинали. К этой части структуры в южном Дагестане приурочены только месторождение Кизил-Дере, совпадающее с геофизической аномалией (мето-дом заряженного тела - МЗТ) рудопроявление Лавинное, такая же аномалия МЗТ в правом притоке реки Ахтычай ручье Джагвар-Дере и рудопроявление Туларчай-

ское-2. Рудопроявление Туларчайское – 2 было выявлено в 2011 году в крайней юго-восточной части этой структуры при проведении поисковых работ на золото в правом притоке реки Мазачай - речке Туларчай. Все эти 4 объекта являются единственными колчеданного состава рудными объектами в Кизил-Деринской синклинали и *все они, как и месторождение Кизил-Дере пространственно приурочены к общему крылу АГКХ и Кизил-Деринской синформы*. Из них только на рудопроявлении Лавинное были поставлены оценочные работы с проходкой тяжелых горных выработок и бурением из них глубоких скважин направленного бурения

Осевая часть Кизил-Деринской синклинали (синформы, синеклизы) во врезях рек на северо-западе четко картируется в бассейне реки Галагатхет, далее к юго-востоку - в бассейнах рек Даличай, Кизил-Дере, Гдымчай, Фийчай, Мазачай. В Курушской седловине между горными массивами гор Сельды и Базардюзю АГКХ как таковая отсутствует и на продолжении Кизил-Деринской синклинали в южном пологом крыле АБКХ в аташкаинских песчаниках четко прослеживается сигмоидальной формы складка, у которой южная часть надвинута к северу. У этой складки сводовая часть южной антиклинали располагается примерно на одном гипсометрическом уровне со сводовой частью АБКХ, восстановленная по выходам аташкаинских песчаников в отдельных врезях в основании карбонатных комплексов горы Сельды и в северных отрогах горы Базардюзю. Этот факт косвенно свидетельствует о значительно меньшей степени образования складчатых структур БК в юго-восточной. Сигмоидальной формы осложнение южного крыла АБКХ четко прослеживается на северо-западном и юго-восточном склонах водораздела между верховьями рек Сельды на территории Дагестана и Ятухдере на территории Азербайджана (см. рис. № 1 А).

На всем протяжении кроме как в крайней северо-западной части в северных отрогах горы Базардюзю, южное крыло Кизил-Деринской синклинали крутое, зачастую и опрокинутое к северу. Степень опрокидывания южного крыла этой структуры, определенная по его углу падения довольно сильно рознятся по простирацию этой структуры. Это крыло на месторождении имеет почти вертикальное падение, в бассейнах рек Фийчай и Мазачай опрокинута к северу. В створе гор Сельды-Базардюзю на продолжении этой структуры гепцайские (аташкаинские) песчаники, как видно из рисунка № 1 - А) в верховьях речки Сельды в ее северо-западном борту, в синклинали с севера и антиклинали смежные складки, где антиклиналь надвинут на синклинали. Характерной особенностью складчатости в этих складках является блочное разбитие этих песчаников, которые четко вписываются в общую складчатость. Выше же этих песчаников в глинистого состава гепцайской свиты отложениях, в юго-восточном борту водораздела между верховьями рек Сельды на территории Дагестан и Ятухдере на территории Азербайджан при складкообразовании преваляют частые послонные перемещения (рисунок № 1-Б).

Морфоструктурный анализ размещения рудных тел месторождения Кизил-Дере, проведенный по данным пространственных взаимосоотношений сланцеватости, слоистости, полосчатости массивных руд по данным геологической документации керн буровых скважин, горных выработок, данным отбора ориентированных образцов керн показал секущее складчатую зону положение рудоносной зоны месторождения и субсогласное со слоистостью положение массивных рудных тел в этой зоне. Рудные тела в рудоносной зоне занимают расположенные друг над другом и возникшие на определенных глубинах при складкообразовании «рудные ловушки – пустоты» ближе к приосевой части Кизил-Деринской синформы (синклинория). Рудные тела месторождения Кизил-Дере (независимо от разногласий по их морфологии) с юго-запада в крутом южном крыле синклинали ограничивается более мелкого порядка сигмоидальной формы складкой, у которой северо-восточная антиклинали формы часть надвинута на юго-западную часть синклинали часть, тогда как с северо-западнее рудоносной зоны картина обратная.

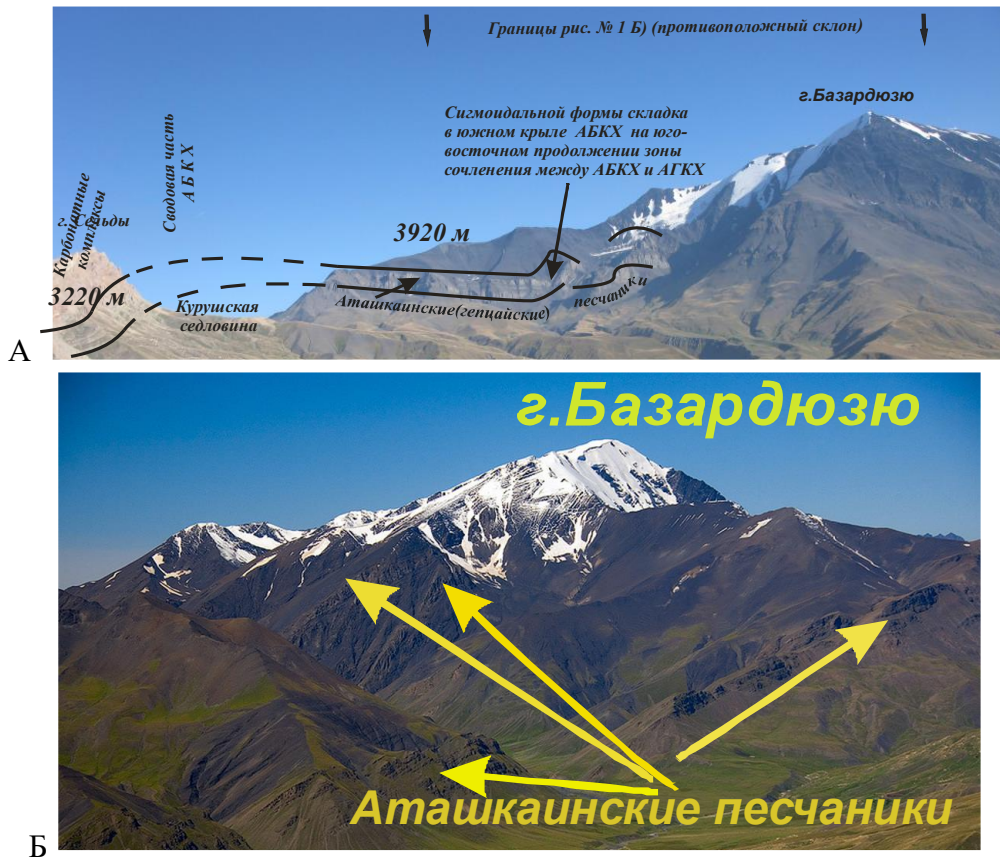


Рис. № 1. Геологическое строение в юго-восточной периклинальной части БК между горами Шахдаг-Базардюзю. А- геологическое строение продолжения зоны сочленения АГКХ и АБКХ в северо-западном склоне водораздела между верховьями речек Сельды – Ятудере; Б- геологическое строение продолжения зоны сочленения АБКХ и АГКХ в юго-восточном склоне водораздела между верховьями речек Сельды - Ятудере Выше аташкаинских песчаников в заснеженной части склона в глинистой части разреза четко видны элементы частых послойных перемещений.

Эти факты установлены по данным геологической документации горных выработок - штолен №№ 12 и 14, которые пройдены поперек рудоносной зоне и пересекли ее на всю мощность. На глубоких горизонтах месторождения Кизил-Дере это четко устанавливается по взаимоотношениям слоистости, сланцеватости в пространстве. Последний как по данным съемочных работ, так и по данным геологоразведочных работ как на месторождении, так и на его флангах с привлечением кернометрических исследований является сланцеватостью осевой поверхности, который в северном боку БК имеет региональное южное падение. Это позволяет с большой достоверностью и точностью определить осевые поверхности складок, их морфологию по данным геологической документации керна многочисленных разведочных скважин на месторождении Кизил-Дере.

Данные морфологических особенностей складок в обоих крыльях Кизил-Деринской синклинали в его рудном поле показывают, в южном крыле синклинали вергенция южная, в северном-северная. Этот факт свидетельствует о неравномерном не с одинаковой скоростью выталкивании при ядерной части синклинали при ее формировании, торможении выталкивания во фронтальных частях послойных перемещений. Это обусловило образование рудных ловушек месторождения Кизил-Дере – большой емкости пустот, в которых происходило образование практической ценности рудных объектов. За пределами этой структурной единицы где располагается львиная доля рудных объектов в формировавшихся в ней рудных ловушках из за

своей «малой объемности» не могли образоваться практической ценности рудные объекты со значимыми для промышленной отработки запасами.

Эти исследования с привлечением первичных материалов по геологической документации керна, горных выработок месторождения Кизил-Дере и рудопроявления Лавинное, многочисленных данных геологоразведочных работ на жильного, секущие складчатые структуры рудопроявлениях позволили по новому подойти к вопросу рудогенеза, как и при каких условиях на стадии седиментогенеза осадочные отложения обогатились рудными компонентами и как в них при складкообразовании зародились гидротермальные растворы из которых в дальнейшем образовались разной масштабности рудные объекты.

Конечной целью данной работы является разработка основанной на этой концепции критериев выбора из 898 известных на 2010 год рудопроявлений Горного Дагестана (ГД) перспективных рудопроявлений для постановки на них более детальных поисково-оценочных, разведочных работ для увеличения минерально-сырьевой базы единственного промышленного значения рудного объекта – месторождения Кизил-Дере. Это позволит увеличить минерально-сырьевую базу месторождения и на его базе создать горнорудную промышленность в Южном Дагестане. Хотя запасы месторождение Кизил-Дере еще в 1984 году утверждены и апробированы в ГКЗ СССР, до сих пор оно не введено в эксплуатацию и одной из основных причин его неосвоения является отсутствие достаточной минерально-сырьевой базы для создания горнорудной промышленности.

В ранние периоды изучения рудопроявлений Восточного Кавказа и во время проведения разведочных работ на месторождении Кизил-Дере формирование складчатого сооружения БК, вопросы рудогенеза связывали с вертикальными движениями, которые привели к складчато-блоковому строению Восточного Кавказа. В современных представлениях формирование БК связывают с субдукционными процессами между Аравийской (АП) и Скифской (СП) плитами, которые привели к его аллохтонному строению. Однако большие расхождения при этом имеются в природе сил, приведших к перемещению аллохтона, о направлениях его перемещения (к югу, к северу, или одновременно и к югу и к северу при выталкивании) аллохтона, приведших к формированию современного складчатого сооружения Кавказа и БК [3.6.7.11,13,17,18.19, 20,21].

Одни исследователи [17,18] формирование БК связывают с перемещением Скифской плиты (СП) к югу, которое привело к смятию терригенных комплексов рифтовой зоны между СП и Закавказским массивом (ЗМ) и надвиганием терригенных комплексов на северный край этого массива с амплитудой аллохтонного перекрытия в 25-30 км. Другие исследователями эту амплитуду оценивают в 200 и больше километров [13].

Вторая группа исследователей формирование БК связывают со сплющиванием его орогена при сильном сжатии в неогене, при котором его южная часть надвигалась к югу, центральная и северные части выталкивались вверх [20].

Третьи формирование современной структуры БК связывают с автономным давлением на БК разделившимися на отдельные элементы (шолями) ЗМ, вследствие чего БК на разных сегментах по своему простиранию приобрели различные строения [8].

Четвертая группа исследователей [19] формирование складчато-надвигового сооружения БК связывают с увеличением объема слоистых пород за счет привноса в них дополнительного минерального вещества восходящими потоками глубинных флюидов и глубинными гидротермами и обусловленное этим увеличением объема слоистых пород, которое привело к возникновению напряжений распора - субгоризонтально сжимающих усилий. Однако таким механизмом формирования БК трудно объяснить образование наложенных более низкого порядка складок вдоль осевой части БК над наиболее «распёртой сверху» сводовой части АГКХ и почему он вдоль осевой части БК в целом представлен синклинальной складкой крылья которой осложнены более мелкого порядка сериями антиклиналей.

В 2016 году [10] автором был предложен модель юго-восточной части Горного Дагестана (ГД), в которой ГД на Восточном Кавказе (ВК) рассматривался не как складчато - глыбовое или не как складчато - шарьяжное сооружения, которые были обусловлены глубинного заложения уходящими в фундамент разломами. ГД по этой модели приурочивался к северной половине складчато-надвигового пояса (СНП) БК, в которой складчатость связывали с тангенциально сжимающими усилиями коллизийной природы северо-восточного направления [12], которые вначале обусловили прогибание геосинклинального прогиба (ГСП) Кавказа и его поперечное укорочение. Синхронное с этим выталкивание верхней части его разреза кверху вдоль оси прогибания, которое происходило в полихронном режиме, который привел к формированию современного складчатого сооружения БК.

По данным материалов азербайджанских геологов [17,18] южный бок БК имеет такое же, как и северной бок геологическое строение и он является зеркальным отражением геологической постройки северной половины - (ГД). С юга БК ограничен Вандамо-Гобустанской проходящей вдоль северной границы Закавказского массива зоной, которая отнесена к тектонической единице – Закавказскому массиву (ЗМ). С севера БК ограничивается зоной Бокового хребта – (АБКХ). В Вандамо-Гобустанской зоне складчатость опрокинута к югу, в АБКХ – к северу. Обе они имеют антиклинорные строения. Вдоль осевой части БК проходит антиклинорий Главного Кавказского хребта. БК.

Между Кахети-Вандам-Гобустанской зоной и южным крылом АГКХ располагается миогеосинклиналь [18], на которую по Кехнамедонскому взбросо-надвику надвинут АГКХ. К этой миогеосинклинали приурочено месторождение Фелизчай. В северном БК между АГКХ и АБКХ в северо-западной части ГД располагается Бежитинская депрессия (синклиналь, синеклиза) в зависимости от точек зрения на формирование складчатой структуры Большого Кавказа. Продолжением Бежитинской структуры к юго-востоку является Кизил – Деринская синформа, к смежному крылу с АГКХ которой приурочено месторождение Кизил-Дере. В южном Дагестане на Кизил-Деринскую синформу по Даличайскому Северному разлому надвинут АГКХ и по простиранию Кизил-Деринская синформа асимметричного строения и она в разной степени опрокинута к северу. В обеих синклинальных структурах с юга и с севера АГКХ в обоих их крыльях вергенция пород разносторонняя, направленная по пликативным послынным смещениям кверху. Это указывает на выталкивание определенных их частей этих кверху. С этим процессом связано формирование кливажных структур вдоль осевых частей этих синклиналей, которые возникли в результате микросмещений, обусловленные общим сжатием ГСП и синхронного с этим выталкиванием кверху АГКХ. Это обусловило образование «большеобъемных рудных ловушек» в пустотах которых из гидротермальных растворов осаждались колчеданы как Фелизчайского, так и Кизил-Деринского месторождений.

Предлагаемая модель основана на опубликованных материалах по Кавказу, данных геолого-съёмочных работ и личных наблюдений, проведенных автором в период работы на месторождении Кизил-Дере и поисковых работ на золоторудное оруденение в юго-восточной части ГД.

Формирование Кавказа и мегантиклинория Большого Кавказа

В статье «Образование рудоматеринских пород и гидротермальных растворов при формировании Кавказа» [12] было показано, что жильной природы сульфидное оруденение на Восточном Кавказе в юго-восточной части ГД приурочено к Самуро-Белореченской металлогенической зоне, а рудные тела месторождения Кизил-Дере - к Приводораздельной металлогенической зоне. Рудные тела месторождения приурочены к смежному крылу АГКХ и Кизил-Деринской синформы (синеклизы, синклинория) к «рудным ловушкам – пустотам», которые возникли в завершающие этапы складкообразования, когда выталкивание АГКХ повлек за со-

бой и выталкивание определенной части синклинория в его обоих крыльях по системе приуроченных к слоистости пликативным нарушениям.

Формирование БК, как было показано ранее [8], происходило полихронно и рудогенез с образованием колчеданных объектов различной морфологии обусловлен этим режимом формирования в геосинклинальном прогибе (ГСП) - в окраинном море между Аравийской плитой (АП) и южным склоном Скифской плиты (СП) – образованием структурного сооружения БК. Полихронность геологического развития Кавказа обусловлена неодновременным и неравномерным сжатием ГСП вдоль южной окраины между Иранской припаянной к Евразии окраиной при субдукционных процессах и Аравийской плитой, что было связано с более ранним приближением острья АП к Иранской окраине. Это спровоцировало более раннее начало субдукции на этом меридиане. *Полихронный режим развития в понимании автора - это начало процесса на одном месте и постепенный охват этим процессом все больших площадей. При таком развитии на начальных участках складкообразования начинаются более поздние этапы (фазы) процесса складкообразования.* Из-за опережения поддвига выступа (острия) АП под СП складкообразовательные процессы приведшие к формированию БК раньше начались напротив этого выступа и они по мере увеличения субдукции АП под южный край СП постепенно перемещались к северо-западу и юго-востоку, а напротив этого острия вступали в более поздние этапы (фазы), которые в периклинальных частях начались позднее. Из-за прогибания ГСП породившими субдукцией северо-восточного направления сжимающими усилиями в нем (окраинном море) в синхронном режиме с прогибанием продолжалось осадконакопление. Прогибание геосинклинального прогиба, обусловленное коллизийными сжимающимися усилиями северного направления, складкообразовательные процессы происходили не с одинаковой интенсивностью вдоль всего ГСП. Они, как выше указано, начались напротив острия АП (Аравийского выступа) и по мере нарастания субдукционных процессов постепенно перемещались к северо-западу и юго-востоку вдоль оси прогибания.

На глубоких горизонтах геосинклинального прогиба при увеличении степени прогибания вдоль оси прогибания сложились условия растяжения, разуплотнение этих горизонтов, что привело к возникновению «эффекта подсасывания», вследствие чего начали внедряться обогащенные рудными компонентами интрузивы, в которых рудные металлы в десятки, сотни раз превышают кларковые содержания в терригенных отложениях. Прогибание ГСП и распирание внедряющимися интрузивами части разреза спровоцировали разделение осадочных терригенных комплексов ГСП на два структурных этажа, после чего нижний ярус (автохтон) при прогибании продолжал сплющиваться путем сближения крыльев, а верхний ярус между крыльями автохтона выше внедрившихся интрузивов поперечно укорачиваться путем образования складок, их скучивания, образуя аллохтонные структур. Одновременно с этим аллохтон между приближающимися крыльями автохтона выталкивался вверх. При выталкивании верхнего структурного этажа - аллохтона его южный край надвигался к югу, северный к северу, образуя соответственно Вандамо-Гобустанскую зону и зону АБКХ. Обусловленное прогибанием автохтона внедрение первичных интрузивов вдоль осевой части ГСП и распирание ими аллохтона обусловили инверсионные процессы, при которых резко увеличилось скорость выталкивания аллохтона над интрузивами, что обусловило – заложение геоантиклинального поднятия (ГП), будущей основы БК. Выделяемые геофизическими работами в составе осадочного чехла ГД в районах гор Чодоридаг, Гутон, на Фий-Борчинской площади не выходящие на дневную поверхность интрузивы в комплексе с определенными тематическими работами омоложением эффузивно-силловых комплексов в ГД к юго-востоку подкрепляют выдвигаемую схему геодинамической модели образования современного складчатого сооружения Большого Кавказа путем постепенно-поступательным охватом складкообразовательными процессами ГСП по обе стороны от формировавшегося в нем напротив острия Аравийской плиты ГП к северо-западу и юго-востоку.

Раннее начало складкообразовательных процессов напротив выступа АП при прогибании ГСП привело к более раннему внедрению первичных магматитов, распирающие усилия которых привели к заложению ГП и более раннее здесь наступление эрозионного режима. Это обусловило более ранний размыв первичных интрузивов, перенос, переотложение продуктов размыва в формировавшихся с обеих сторон ГП синклинальных структурах. Вновь формировавшиеся более позднего возраста осадочные комплексы на стадии литогенеза обогащались содержащими в размывных, эродированных интрузивах рудными компонентами - образовались «рудоматеринские породы», которые и явились осадочной «составляющей» компонентой в вопросе рудогенеза ВК.

Полихронный режим формирования складчатых структур БК обусловило постепенно – поступательное (постепенно-скачкообразное) внедрение интрузивов вдоль его осевой части прогибания и первой «порцией» внедрившихся интрузивов в ГД явились выделенные геофизическими работами не выходящие на дневную поверхность интрузивы под горами Чодоридаг - Гутон на меридиане Филизчайского рудного поля, а последующей (последующими)- интрузивы на Фийчай-Борчинской площади. Вследствие этого более раннего происхождения «рудоматеринские породы» подпирались последующими интрузивами, подпадали в их пневмотермальные поля, в результате чего в них зарождались гидротермы (косвенным подтверждением этому является выявленная при геологоразведочных работах на месторождении Кизил-Дере интенсивная термальная проработка рудовмещающей толщи на нижних горизонтах его рудоносной зоны ниже нижних выклинок его рудных тел). В начальные стадии (фазы) складкообразования эти гидротермы мигрировались по системе послойных пликтивных нарушений по основанию верхнего структурного этажа, мигрировались к северу и выпадали в осадок в системах трещин в формировавшихся в начальные этапы (фазы) формирования БК дизпликатах в Самуро-Белореченской металлогенической зоне. В южном же боку БК этот процесс происходил в зеркально обратном порядке.

Завершающие фазы орогенеза, при которых образовались промышленной ценности рудные объекты в обоих боках БК, связаны с завершающими стадиями формирования АГКХ, когда он начал более интенсивно выталкиваться кверху. Это привело к микросмещениям в приконтактных его частях с синклинальными структурами в обоих его боках, формированием сланцеватости. К сланцеватости или контролируемые ею трещинам на месторождении Филизчай на территории Азербайджана приурочены так называемые прожилковые руды, которые *«развиты в лежачем боку рудного тела на восточном фланге и продолжаются за пределами восточного фланга месторождения более чем на 1,5 км. Глубина развития этих руд не установлена, большинство скважин, пробуренных в подрудной толще, не выходит за их пределы. В разрезе эти руды располагаются под полосчатыми и пятнисто-вкрапленными и не распространяются выше их.»*

Основные текстурные разновидности прожилковых руд сводятся к трем подтипам 1) параллельно прожилковые руды (прожилки ориентированы строго вдоль сланцеватости); 2) сетчато-брекчиевые (прожилки рассекают вмещающие сланцы на отдельные сопоставимые блоки); 3) брекчиевые руды (прожилки расположены очень густо, заключенные между ними блоки сланцев несопоставимы)....» (стр. 259 [16]). Как видно из рисунка прожилковые руды восточного фланга приурочены к «тыловым, хвостовым частям» рудных тел месторождения Филизчай.

В северном боку БК на месторождении Кизил-Дере вопрос развития аналогичных 1) подтипу руд на месторождении Филизчай остался недостаточно изученным. В первичных материалах геологической документации керн буровых скважин и горных выработок имеются многочисленные данные о прожилково-вкрапленной ориентированной по сланцеватости минерализации, которая выше массивных рудных тел, как и на месторождении Филизчай, не развита. Этот материал не нашел достаточного отражения в отчетных материалах по месторождению.

Эти факты свидетельствуют о перехвате рудных растворов на завершающих стадиях складкообразования контролируемой сланцеватостью системой трещин и их осаждение в рудных ловушках. Полное отсутствие приконтактового воздействия сплошного колчеданного состава рудных тел на рудовмещающие толщи вдоль их контактов на месторождении Филизчай свидетельствует об осаждении сплошного колчеданного состава рудных тел в пустотах, где, как следует из (стр.256, [16]). *«Полосчатые руды занимают основной объем залежи, локализуясь преимущественно в ее висячем боку, где рисунок полосчатости, за исключением будинированных участков, вплоть до деталей, повторяет ступенчатые изгибы рудоограничивающего надвига».* Такая же картина по соотношению полосчатых руд к слоистости рудоносной зоны имеется и на месторождении Кизил-Дере. Чисто колчеданный состав полосчатых руд обеих месторождений, отсутствие контактового воздействия этих руд на вмещающие терригенные отложения, отсутствие выше полосчатых руд пятнистых, прожилковых руд показывают на формирование полосчатых руд из флюидальных растворов в постепенно расширяющихся при складкообразовании пустотах. Текстурный облик таких руд обуславливался составом, температурой, давлением в рудоосаждающих полостях. На месторождении Кизил-Дере при геологической документации пирротин - пиритового состава массивных руд довольно часто наблюдались признаки одновременного выпадения их в осадок с невозможностью определения какой из них является матрицей, выпал в осадок первым, т.е. имеются признаки эвтектических расплавов. Морфология рудных ловушек в данной статье не рассматривается, отметим лишь то, что их образование всецело зависело от уменьшения скоростей торможения по фронтальным частям послонных смещений от скоростей по их тыловым частям.

Геологическая история развития Кавказского региона, формирование его тектонических единиц, рудогенические процессы происходили в следующей последовательности:

- водный бассейн (геосинклинальный прогиб), в котором накапливались терригенные отложения Кавказа, возник севернее зоны субдукции АП под СП и он начал формироваться напротив острья (выступа) АП. Обусловленные субдукцией коллизионными усилиями сжатием формирование ГСП, синхронное с его формированием прогибание, на глубоких его горизонтах привело к возникновению условий растяжения, снижению литостатического давления. Вследствие этого в область низкого статического давления внедрились первичные магматиты. Это предположение косвенно подтверждается и выделяемыми геофизическими работами в осадочном чехле ГД не выходящих на дневную поверхность интрузивов под горами Чодоридаг, Гутон и на Фий – Борчинской площади;

- образование складчатых сооружений Кавказа (орогенный этап) началось с формирования горной системы Малого Кавказа (МК), известной в литературе под названием Малокавказской дуги (МД) с выпуклой направленной к северу частью напротив острья АП. Направленный к северу выступ МД располагается на одном с Центральным Кавказом (ЦК), Дзирульским массивом (ДМ) меридиане и они почти совпадают. ГСП Кавказа, или его водный бассейн формировался севернее МК и он начал формироваться напротив выступа МД. Складчатая система МК представляет собой серию опрокинутых к югу антиклинальных складок, которые возникли при надвигании южного борта аллохтона к югу при прогибании автохтона, обусловившее изостатическое воздымание аллохтона и его поперечное укорочение в виде образования складок, их скупивания. Орогенный этап формирования Кавказа, судя по наличию на северном склоне МК напротив острья АП через конгломераты лежащих на нижнем карбоне мелководных, перекрытых мелководного происхождения триасового и более позднего периодов [14], известняков пермского периода, начался в конце девонского, начале каменноугольного периодов.

Отсутствие средне- верхнекаменноугольного возрастов терригенных отложений в юго-западной части Армении [14], широкое развитие вдоль зоны соприкосновения пермских известняков и метаморфизованных терригенных комплексов верхнего карбона, молассов [1] в кристаллическом ядре БК, присутствие в зоне сочленения Аджаро-Триалетской складчатой зо-

ны и Дзирульского массива в бассейне реки Чхеримела в Дзирульском массиве в средней и ранней юре известняков, песчаников и конгломератов [4], наличие на территории Дзирульско-го массива в бассейнах рек Квирила, Кацхура, у населенных пунктов селений Шроша и Бжиневы, у города Чиатура фаунистически хорошо охарактеризованных известняков плинсбахского, домерского, тоарского ярусов, нижеааленского подъяруса [6] свидетельствуют о полном выходе этой части ГСП к пермскому времени из под уровня моря и о их размыве к югу от пермских известняков.

Наличие пермских известняков с конгломератами в их основании – свидетельство о мелководной среде формирования осадочных комплексов и об эрозионном режиме на этом меридиане. Начало наступления орогенного режима Кавказа на этом меридиане было обусловлено более ранним приближением АП к СП. При последовавшим за этапом образования вдоль зоны субдукции Аравийской и Скифской плит горной системы МК в ГСП в результате инверсии геосинклинального режима началось формирование Большекавказской системы складчатых сооружений. Этот этап складкообразования был спровоцирован «распиранием» части осадочного чехла ГСП кверху внедрившимися интрузивами, когда синхронно с общим прогибанием верхняя часть осадочного чехла в ГСП выше первичных интрузивов начал выталкиваться кверху. В связи с началом формирования БК напротив острья АП и полихронным режимом развития этого процесса эта часть раньше вышла из под уровня моря, вступила в эрозионный режим развития, за счет продуктов эрозии которых вокруг вышедшей из воды продолжалось осадконакопление. Вновь образовавшие терригенные отложения при осадконакоплении обогатились содержащими в размытых интрузивах рудными компонентами, образовались рудоматеринские породы. *Первая порция первичных интрузивов, которая внедрилась напротив острья АП из-за малой здесь мощности терригенных комплексов «пробила» осадочный чехол, вследствие чего этот сегмент БК стал воспрепятствовавшим к северному смещению, упором - кристаллическим ядром БК, который воспрепятствовал расширению ГСП к северу. Вследствие этого эта часть БК стала своего рода перешейком, по обе стороны от которого резко расширяется область развития юрских терригенных комплексов (перешеек между Ставропольским поднятием и Дагестанским клином). К северо-западу, так и к юго-востоку от кристаллического ядра БК интрузивы из-за большой мощности осадочного чехла его не «пробивали», а распирали его кверху, по бокам, спровоцировали инверсию, выталкивание части осадочного чехла кверху, в результате чего зародились ГП как аллохтоны – будущие основы Западного и Восточного сегментов БК. Процесс поперечного укорочения аллохтона при формировании складчатого сооружения БК из за различия крутизны в южном и северном частях ГСП в разных боках БК происходило по разному. Из - за пологости южного склона ГСП при формировании БК в его южном боку при складкообразовании превазировали послонные на длинные расстояния смещения. В северном боку БК из за большей крутизны северного склона ГСП при складкообразовании превазировали образование взбросо – складок. Их образование происходило от фронтальных частей послонных смещений к тыловым. По фронтальным частям аллохтона с юга сформировалась Кахети-Вандам-Гобустанская мегазона, с севера - антиклинорная структура АБКХ. Этот процесс в связи с торможением расползания выталкивающейся части по фронтальным частям аллохтона сопровождался резким увеличением величины выталкивания, выжатия центральной его части, повлекшее за собой формирование современного складчатого сооружения АГКХ и синклинальных структур в обеих его боках, в разной степени «набегания» формирующегося АГКХ на них.*

Кахети-Вандам-Гобустанскую мегазону азербайджанские геологи относят к северному краю «инертной тектонической единицы» - Закавказскому срединному массиву (ЗСМ). По мнению автора Кахети-Вандам – Гобустанскую мегазону следует отнести к структурной единице южного края аллохтона, которая надвинулась на северную, довольно полого наклоненную к северу и все время прогибавшую часть ГСП Кавказа. Здесь сверхглубокой скважиной

СГ-1 на глубине 3157 метров были вскрыты биоморфные (коралловые) известняки [2]. Этот факт показывает на долгое прогибание так называемой тектонической единицы – ЗСМ. Поэтому *причислить эту часть Кавказа к массиву, подразумевающий относительно устойчивый со спокойным тектоническим режимом регион не совсем верно и эта часть представляет собой южное крыло геосинклинального прогиба Кавказа.*

Об этом в 1937 году М.И. Воронцов на Международном геологическом конгрессе, который проходил в Москве говорил следующее: *«В существующих до сих пор тектонических схемах Кавказа и Закавказья, и в частности известной схеме Ренгартена рассматриваемая область и прилегающие к ней районы выделены в особую зону, названную «Куринской плитой».*

Данные наших исследований показывают что эта область характеризуется весьма сильными дислокациями, напряженной складчатостью и сильной мобильностью. Поэтому неправильно считать эту область жесткой плитой. Область в позднейшее третичное (и четвертичное) время представляет континентальную синклиналь типа сиваликской депрессии Индо-Ганга и других подобных предгорных и междугорных впадин. В более раннее мезокайнозойское время эта область была составной частью большой и сложной геосинклинали» [22].

По южной окраине геосинклинального прогиба Кавказа сформировалась горная система Малого Кавказа, а вдоль его осевой части горная система Большого Кавказа. С этапом формирования АГКХ связаны продуктивные этапы рудогенеза, когда из рудоматеринских пород, которые формировались за счет продуктов эрозии кристаллического ядра БК при их подпирании последующими интрузиями, зародились гидротермальные растворы. Они при миграции осаждались в образовавшихся при складкообразовании рудных ловушках, от объемности которых зависела промышленная ценность этих объектов. Формирование АГКХ было обусловлено стабилизацией напряженного состояния во фронтальных частях аллохтона - в Кахети-Вандам-Гобустанской мегазоне и АБКХ, которые привели к резкому преобладанию выталкивания вдоль осевой части между ними. Гидротермальные растворы вначале мигрировали по сформировавшимся при складкообразовании пликвативно-разрывным, контролируемым послонными смещениями нарушениям, а позже по образовавшимся к концу этапа формирования АГКХ приуроченными по плоскостям сланцеватости вдоль осевых поверхностей трещинам образовавшимся синклиналей с обеих сторон геоантиклинального поднятия и их выпадение в осадок в образовавшихся при этом рудных ловушках, т.е. гидротермальные растворы перехватывались системой контролируемой сланцеватостью трещинами. С перехватом гидротермальных растворов связаны образование промышленной значимости рудных объектов (месторождения Филзчай, Кизил-Дере).

Геодинамический механизм формирования БК таким путем его формирования хорошо увязывается и с выводами А.М.Никишина и В.А.Лаврищева, которые утверждают, что формирование современного складчатого сооружения БК происходило в неогене. Как они считают что *«в неогене в условиях сильного сжатия ороген Большого Кавказа сплющивался, его южный край надвигался на юг, а центральная и северная части выталкивались вверх» [20].* Но они не объясняют механизмы, геодинамику перемещений - надвигание южного бока БК в южном направлении, центральной и северной его частей к выталкиванию вверх. Также не ясна принципиальная разница между надвиганием южного края БК на юг и выталкиванием центральной и северной частей кверху, т.к. в обоих случаях эти части надвигаются по обе стороны БК, но северная часть в меньшей степени.

Как указано выше, на кристаллическом ядре БК (сегмент Центрального Кавказа (ЦК) БК) уже в пермское время происходила эрозия и поэтому можно считать, что орогенные процессы БК на этом сегменте начались еще в до пермское время. Заложение геоантиклинального поднятия центрального сегмента БК происходило напротив направленного на север выступа АП в конце нижнекаменноугольной эпохи. Это доказывается наличием в южном и северном боках ЦК [4,5,6] древних мелководных органогенных известняков. Более раннее наступление оро-

генных процессов напротив выступа АП обусловило и более раннее формирование ГП на этом меридиане, более раннее наступление эрозионного режима из-за выступления этой части из-под уровня воды за счет продуктов эрозии продолжением осадконакопления к северо-западу и юго-востоку. При этом вновь образующиеся терригенные осадочные комплексы на стадии осадконакопления обогащались содержащими в эродируемых осадочных комплексах интрузивов рудными металлами. Эти комплексы по мере увеличения субдукции АП под СП перекрывались более молодыми терригенными отложениями, которые в дальнейшем попадали на более глубокие горизонты. Вокруг постепенно воздымающегося над уровнем моря ГП в неглубоководных частях краевых прогибов продолжалось формирование мелководных карбонатных комплексов.

Образование АГКХ на территории Горного Дагестана (Сперозо-Туфанское поднятие на территории северо-западного Азербайджана) - (осевая часть БК), связано с увеличением поперечно сжимающих усилий в связи с дальнейшим продолжением субдукции АП под СП, увеличением степени прогибания нижнего структурного этажа и, в итоге, поперечного укорочения верхнего структурного этажа. В результате этого верхний структурный этаж выше интрузивных масс продолжал сильнее выталкиваться кверху в виде тектонического клина с одновременным складкообразованием поперечно-сжимающими усилиями и поперечным укорочением клина путем скучивания складок.

В данной работе автор предлагает на обсуждение геолого-геодинамическую модель формирования Кавказского региона, которая основана на анализе опубликованных материалов по геологическим строениям МК, БК, расположенного между ними так называемого Закавказского массива, геологического строения южного и северного склонов БК, Предкавказья и данным геологического строения юго-восточной части ВК, которые автором были получены при проведении здесь поисковых работ на золотое оруденение. Как было указано раньше [7], БК на всем своем протяжении от Черного до Каспийского морей сформировался не одновременно, а начал формироваться напротив выступа АП в нижнекаменноугольный период (на меридиане Дзирульского массива напротив Малокавказской дуги).

Южный бок юго-восточной части ВК почти целиком располагается на территории республики Азербайджан и лишь небольшая его часть на территории Дагестана располагается в верховьях рек Фийчай, Мазачай, Даличай, Каравансарачай и его более детальное геологическое строение приводится по материалам азербайджанских геологов [17,18], которые мегазону южного склона БК в северо-западной части Азербайджана в первом приближении относят к опрокинутой на юг мегасинклинали с вздернутым северным бортом - Сперозо-Туфанской зоной, играющий в пределах Азербайджана роль осевой структуры горно-складчатого сооружения БК. Здесь, как считает Т.Н. Кенгерлы [18], выведенные на поверхность юрские образования севернее Зангинского разлома (ЗН) образуют несколько надстраивающие одна на другую, последовательно надвинутые с севера на юг, состоящие из элементарных падающих на север тектонических пластин покровные комплексы, которые формировались при их надвигании на северный борт Южнокавказской микроплиты -ЗСМ (точнее на северную, наиболее прогнутую часть южного крыла доорогенного геосинклинального прогиба Кавказа). Плоскости тектонических пластин, как видно из ниже приводимого рисунка 2, ответвляются от ЗН разлома. Если это так, считать их элементарными тектоническими пластинами покрова, которые надвинулись с севера на юг нельзя, они лишь взбросо-складки по фронтальным частям плоскостей послонных смещений. Поэтому разломы вероятно не являются отсечками от ЗН разлома. Т. Н. Кенгерлы БК рассматривает как складчато-шарьяжное строение, где Туфанский, Сарыбашский и Таличай-Дуруджинский покровные комплексы в южном борту надвинуты друг на друга с севера на юг и они состоят из элементарных тектонических пластин, которые падают на север.

Как указано выше, на территории Дагестана БК представлен северной его половиной, где складчатое сооружение севернее АГКХ состоит из серии надвинутых друг на друга в северном

направлении сигмоидальной формы складок – взбросо - складок, в отличие от складок в южном боку БК, где складки надвинуты на юг. Разносторонние от осевой части БК надвигания складок в разных боках указывает на то, что БК – это не складчато - шарьяжное строение, которое возникло путем надвигания элементарных тектонических пластин с севера на юг, а он представляет собой аккреционная призма (клин), который возник вследствие изостатического воздымания части ГСП при его прогибании. При этом ее южный край надвигался к югу, северный – к северу.

Аналогичное геологическое строение ВК имеет в крайней юго-восточной части в карбонатные комплексы горного массива горы Шахдаг, где они образуют аккреционную призму из 4-5 самостоятельных тектонических вложенных друг в друга по «принципу матрешек» синклиналию складку. Южное крыло этой синклинали в юго-восточной периклинальной части дополнительно осложнено опрокинутой к северу антиклиналью из серии тех же тектонических пластин. Было показано, *«что складчатость в карбонатных комплексах массива горы Шахдаг обусловлена их сдавливанием сжимающими усилиями, образующимися при образовании зон складчатых осложнений при формировании антиклинория Главного Кавказского Хребта»* [11].

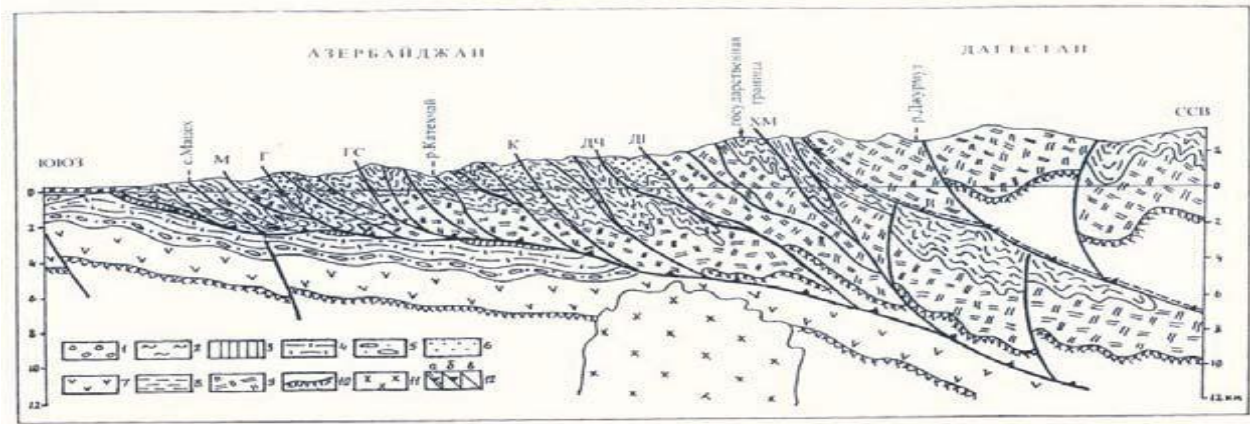
Так как формирование мегасинклинали в южном борту БК в северо-западной части Азербайджана происходило, также как и складчатого сооружения массива горы Шахдаг после образования разновозрастных в обоих боках БК карбонатных комплексов, поэтому геодинамические механизмы формирования мегасинклинали в южном боку БК и складчатого сооружения массива горы Шахдаг можно считать идентичными.

Мегазона Южного склона БК по Т.Н. Кенгерлы *«представляется собой опрокинутая на юг мегасинклиналь с вздернутым северным бортом, Сперозо-Туфанской зоной, играющей в пределах Азербайджана роль осевой структуры горно-складчатого сооружения большого Кавказа»* [17], относительно которой располагается ступенчато опущенная Загатало-Говдагская флишевая зона. Вернее было бы, что Сперозо-Туфанское поднятие (или АГКХ на территории Дагестана) относительно Загатало-Говдагской флишевой зоны не опустилось, а наоборот приподнялось, было вытолкнуто, выжато.

Аналогом мегасинклинали в южном боку БК в его северном боку является Бежитинская депрессия в западной части Дагестана, или его продолжение - Кизил-Деринская синформа в южном Дагестане. Судя по тому, что геофизическими исследованиями интрузивные тела зафиксированы под горами Чодоридаг, Гутон они на рисунке 1 должны быть несколько смещены к северу. Как видно из этого рисунка, ниже-среднеюрские отложения южной части Загатало-Говдагской флишевой зоны надвинуты на юг, лежат на согласно лежащих друг на друге верхнеюрских, ниже-верхнемеловых отложениях, которые, как считает Т.Н.Кенгерлы, в свою очередь через конгломераты согласно налегают на ниже-среднеюрского возраста вулканогенно-осадочных комплексах Вандамской зоны по северной окраине ЗМ. Это указывает на начало орогенного этапа на ВК в неогене, в отличие от ЦК, где орогенный этап формирования БК начался в допермское время. По Т.Н. Кенгерлы в южном боку БК южная часть Загатало-Говдагской флишевой зоны в которой вергенция пород южная надвинута на северный край Закавказского срединного массива.

Геологическое строение северного бока БК приводится на основании собственных исследований в крайней юго-восточной части ГД, проведенных в период поисковых работ на золото и по материалам полистной геологической съемки масштаба 1:50 000. В результате этих работ было установлено, что ВК сегмент БК не складчато-глыбового, обусловленными уходящими в фундамент глубинными разломами строения с различной металлогенией каждого блока, как считали раньше и на которой обоснованы были все геологоразведочные работы.

А



Б

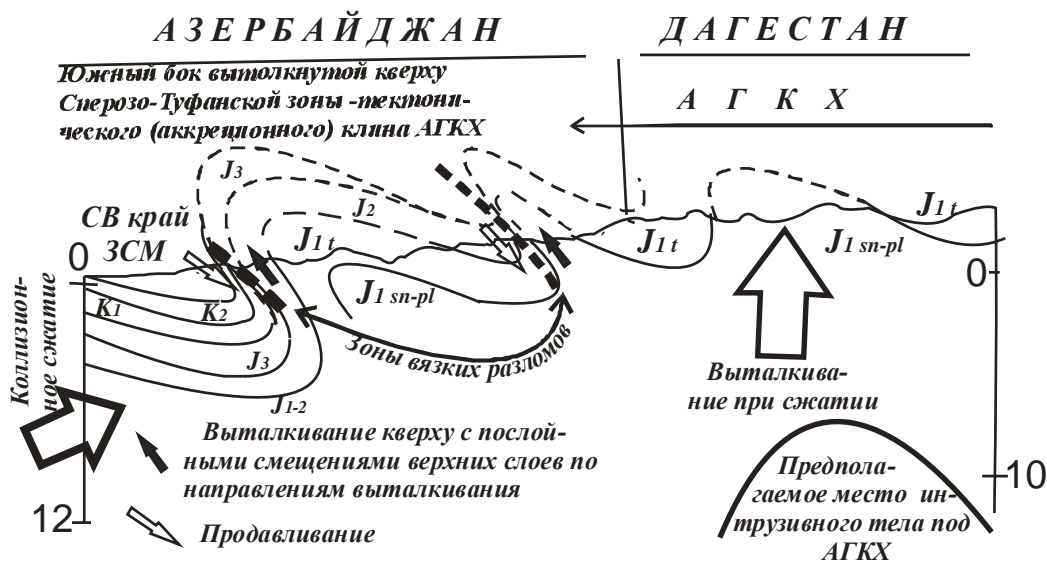


Рис.2. А. Геологическое строение южного склона Большого Кавказа на северо-западе Азербайджана и Дагестана. (Синтезированный геолог - геофизический профиль через покровные комплексы Северо-Западного Азербайджана и Горного Дагестана по линии с. Мацех – истоки р. Джурмут.) Составил Т.Н.Кенгерли. Рис.2 из [18]. 1-плейстоцен - голоцен; 2 - эоплейстоцен (абшеронский ярус; 3 - верхний мел; 4 – нижний мел; 5 – верхняя юра; 6 – средняя юра (ааленский ярус); 7 – нижняя средняя юра (вулканогенно – осадочная формация Вандамской зоны); 8 – нижняя юра (тоарский ярус); 9 – нижняя юра (синемюрский и плинсбахский ярусы); 10 – поверхность доюрского фундамента; 11 – Гутонская интрузия среднего – основного состава (по данным интерпретации геофизических полей); 12- разрывные нарушения: а – Главный Кавказский надвиг; б – Зангинский надвиг; в – прочие нарушения, в том числе надвиги: М – Мегиканский, Г – Гамарванский, ГС – Гамзагор-Сарыбашский, К – Кехнамедонский, ДЧ – Джихих - Чугакский, ДГ - Джоахор – Гудурдагский, ХМ- Хурай – Малкамудский.

Б. Предполагаемое геологическое строение южного склона Большого Кавказа на северо-западе Азербайджана в интерпретации автора.

Было выяснено, что ГД относится к северной части складчатого сооружения БК, которая возникла при поперечном укорочении и представляет собой вытолкнутая кверху поперечно укоротившаяся часть ГСП (тектонический клин), а не шарьяжная структура. На это указывают чешуйчато – веерное строение северного бока БК (рис.3) – Приводораздельной металлогениче-

ской зоны, где в поперечном плане взбросо-складки расположены ступенчато опускаясь к югу и в этих складках южные части надвинуты на северные, т.е. в северном боку БК вергенция пород северная. Это можно объяснить образованием взбросо-складок в верхнем структурном этаже от фронтальной его части к тылу. Образование взбросо-складок было обусловлено постепенным торможением по фронтальной части надвиговых северного направления послыльных перемещений верхних частей структурного этажа относительно нижних и «подпираемым» фронтальной частью тыловой частью.

Анализ геологического строения южного и северного боков БК показывает, что он является возникшим при прогибании ГСП Кавказа под воздействием коллизионных сжимающих усилий аллохтонной структурой - аккреционной призмой (клином), у которой при своем формировании выталкиванием кверху южные края надвигались к югу, северные - к северу. В связи с пологим южным крылом (половиной) ГСП и соответственно меньшими значениями «противоупорных усилий» при формировании аккреционной призмы в южной части превалировали надвиговые направленные к югу перемещения.

В северной половине (крыле) ГСП из-за своей крутизны формирующие аккреционную призму «противоупорные усилия» имели большие значения и поэтому при формировании аккреционной призмы здесь превалировало выталкивание этой части кверху. Поэтому БК представляет собой «без корневая» аллохтонная структура, края которой при своем формировании расплзлись по обе стороны. Изостатическое воздымание аллохтона при продолжении прогибания автохтона постепенно перешло к увеличению выталкивания вдоль осевой части прогибания и формированию структурного сооружения АГКХ и образование взбросо-складок.



Рис.3. Геологическое строение северного склона БК. Рисунок из [12].

Заключение

Анализ тектонического строения южного и северного склонов мегантиклинория БК, АГКХ, Кахети-Вандам-Гобустанской зоны, морфологических особенностей складок в этих тектонических единицах Кавказа, особенностей литологических изменений в них позволяют сделать следующие выводы:

1. При субдукции АП под южный край СП севернее сформировавшейся вдоль субдукционной зоны образовался геосинклинальный прогиб, где синхронно с его прогибанием накапливались терригенные комплексы Кавказа. Зарождение геосинклинального прогиба началось напротив направленного к северу острия АП и он постепенно по мере увеличения субдукции

АП под СП с началом синхронного поперечного укорочения на этом меридиане продолжал формироваться к северо-западу и юго-востоку от меридиана острия АП;

2. Заложению структурных сооружений Большого Кавказа предшествовало заложение горной системы Малого Кавказа. Он сформировался в висячем боку зоны субдукции АП и СП вдоль южного края СП как зона скупивания образовавшихся при подвиге АП под СП складок (аккреционная призма) за которой с севера образовался ГСП Кавказа. Косвенным доказательством этого является нахождение выступа (острия) Аравийской плиты напротив Малокавказской дуги и Центрального Кавказа:

3. БК аллохтонного строения структурное сооружение вдоль осевой части ГСП, которое возникло под воздействием обусловленных субдукцией АП под СП сжимающих ГСП коллизионных усилий. Эти усилия вначале при прогибании ГСП привели к возникновению на глубоких горизонтах условий растяжения, «эффекта подсосывания», вследствие чего сюда внедрились интрузивы с глубоких горизонтов, которые распирали вышележащие горизонты, спровоцировали инверсию –заложили геоантиклинальное поднятие - будущую основу БК. Это привело к расслоению, разделению ГСП Кавказа вдоль его осевой части на два структурных яруса при продолжении прогибания ГСП приведшее к образованию современного складчатого сооружения БК из верхнего структурного яруса;

4. Продуктивный этап рудогенеза БК - образование гидротермальных растворов из попавших на глубокие горизонты рудоматеринских пород под воздействием пневмотермальных процессов складкообразования, миграция этих растворов и их осаждение в рудных, образованных при складкообразовании рудных ловушках - связаны с формированием антиклинория Главного Кавказского хребта. Рудные ловушки в разных частях структурного сооружения имели различную «вместимость», что и обуславливала промышленную ценность образовавшихся в них рудных объектов;

5. Резюмируя вышеизложенное можно констатировать, что формирование тектонических единиц Кавказа, рудогенические процессы Большого Кавказа обусловлены только полихронным режимом формирования тектонических единиц Кавказа.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310202-6.

Литература

1. Адамия Ш.А., Заридзе Г.М., Рубинштейн М.М., Татришвили Н.Ф., Чхотуа Т.Г., Шенгелиа Д.М. Время и условия формирования кристаллического ядра Большого Кавказа. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 1975, №7, с.3-9.
2. Алиев, Касумзаде А.А, Алиев, Багирбекова О.Д, Эфендиева С.Т. О стратиграфическом положении карбонатной серии разреза Саатлинской СГ-1 Азербайджана. // Библ. Дамирдж. геология нефти и газа, 2004 г.
3. Баранов Г.И., Белов А.А., Дотдурев С.И. Большой Кавказа – в кн.: Тектоническая расслоенность литосферы, региональные и геологические исследования. Наука, 1990, с.196-215.
4. Башелеишвили Л.Б., Буртман В.С., Гамкрелидзе И.П.// О характере сочленения Аджаро-Триалетской складчатой зоны и Дзирульского массива. // Доклады Академии Наук СССР, 1982, т.266, №1.
5. Бойко Н.И. Автореферат докторской диссертации «Литология мезозойских карбонатных отложений Северного Кавказа», 1993, 52 стр.
6. Большой Кавказ в альпийскую эпоху (под редакцией Леонова Ю.Г). М.ГЕОС, 2007, стр.224.
7. Гамкрелидзе И.П. Основные черты тектонического строения и развития Кавказа. В кн. Проблемы нефтегазоносности Кавказа. Наука.с.10-19.
8. Гиоргобиани Т.В. Условия формирования альпийской складчатой системы Большого Кавказа и характерные особенности её структуры //Геология и геофизика юга России, т. 9, № 1, 2019, с. 43-57.

9. Гусейханов С.М. Структура месторождения Кизил-Дере. Механизм его формирования и условия локализации рудных тел. Тр. ИГ Даг. ФАН СССР, вып.29, 1984, с. 30-39.
10. Гусейханов С.М., Юсупов А.Р., Абдуллаев М., Ш., Черкашин В.И. геологическое строение юго-восточной части Горного Дагестана. Труды ИГ ДНЦ РАН, вып.66, 2016.
11. Гусейханов С.М. Геодинамическая модель формирования массива горы Шахдаг и некоторые связанные с ней вопросы // Тр. ИГ ДНЦ РАН, выпуск 2 (77), 2019. С. 4-14.
12. Гусейханов С.М. Образование рудоматеринских пород и гидротермальных растворов при формировании Кавказа. Тр. ИГ ДФИЦ РАН, вып. 1 (80). 2020, с. 32-51.
13. Дотдугев С.И. О покровном строении Большого Кавказа. Геотектоника № 5, 1986.
14. Егоян В.Г. Верхнемеловые отложения юго-западной части Армянской ССР. Ереван, 1955, 324 стр.
15. Геология Азербайджана, том IV. Тектоника. Баку. Издательство «NaftaPress», 2005. 506 стр.
16. Геология СССР, том XLVII, Азербайджанская ССР, Москва, «Недра», 1976
17. Кенгерли Т.Н. Тектоника юрского структурно-вещественного комплекса в северо-западном Азербайджане // Известия Бакинского университета, 2007, № 3, с.116-123.
18. Кенгерли Т.Н. Шарьяжи в структуре юго-восточного Кавказа как индикатор аккреционного воздействия Северо - и Южно-Кавказской микроплит. // Материалы международной конференции, посвященной памяти Виктора Ефимовича Хаина, г. Мос-ква, 1-4 февраля 2011 г. - М.: Издательство - Геологический факультет МГУ, 2011, с. 849-853
19. Лукк А.А., Щевченко А.И. Сейсмичность, тектоника и GPS - геодинамика Кавказа. // Физика Земли, 2019, № 4, с. 99-123.
20. 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.
21. Панов Д.И. Тектоническая структура юрского терригенного комплекса Большого Кавказа. Механизм и время ее формирования. // Сб. научных трудов Сев. - Кавк. Госуд. Техн. Ун-та, серия «Тектоника и геодинамика», вып.1, Ставрополь, с. 60-70.
22. Варенцов М.И. Международный геологический конгресс. Тектоника центральной части Куринской депрессии и соседних областей Большого и Малого Кавказа. // Труды XVII сессии. Союз Советских Социалистических Республик. 1937, том второй, с. 663-664. Москва. 1939

УДК 55 556

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-32-35

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Маммаев¹ О. А., Маммаев² Б. О.

¹ИИГ и ВЭ ОИВТ РАН, ²Институт геологии ДФИЦ РАН.

Проводится интерпретация изотопных отношений углерода ($\delta^{13}\text{C}$) в газах нефтегазовых месторождений Восточного Предкавказья по собственным и литературным данным. Прослеживается зональность изотопных отношений углерода по глубине расположения промысловых горизонтов.

Ключевые слова: изотопный состав, попутные газы, зональность, нефтегазовые месторождения.

CARBON ISOTOPE COMPOSITION OF OIL AND GAS FIELDS OF THE EASTERN PRECAUCASIA

Mammaev¹ O.A., Mammaev² B.O.

¹Institute for Problems of Geothermal Generation and Renewable Energy Joint Institute for High Temperatures RAS, ²Institute of Geology, DPRC RAS

The interpretation of isotopic ratios of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) in the gases of oil and gas fields in the Eastern Ciscaucasia is carried out according to our own and literature data. The zoning of carbon isotope ratios is traced along the depth of the location of commercial horizons.

Key words: isotopic composition, associated gases, zoning, oil and gas fields.

Информативность изотопного состава углерода метана при изучении генезиса природных газов и сопутствующих подземных вод в настоящее время однозначно установлена [1, 2–4, 5]. В зависимости от первоначальных условий генерации, метан, а также углекислый газ характеризуются строго определенным изотопным составом углерода. В зависимости от этого фактора среди газов осадочной толщи различаются две группы: газы биохимического генезиса и термокаталитического генезиса. В свою очередь зоны генерации углеродосодержащих газов в зависимости от литолого-стратиграфического строения регионов подвержены вертикальной зональности.

При интерпретации изотопных отношений $\delta^{13}\text{C}$ необходимо также учитывать и гидродинамические условия [4]. С целью идентификации подземных вод различных водоносных комплексов ВПАБ нами привлечен и изотопный состав углерода $\delta^{13}\text{C}$ метана и углекислого газа по собственным и литературным данным [6,7].

Благодаря в основном вышеперечисленным доводам, значения изотопного состава углерода в комплексе с другими изотопно-геохимическими показателями используют для установления генетических особенностей природных газов и подземных вод.

По расчетам Э. Галимова [2] в ювенильной углекислоте $\delta^{13}\text{C} = -7\text{‰}$, а для эндогенного первоначального метана предполагается $\delta^{13}\text{C} = (-3,2 \div -12,8)\text{‰}$ [4].

В термальных рассолах мезозойских отложений Платформенного Дагестана и Ставропольского свода присутствует изотопно тяжелый метан соответствующий термокаталитическому генезису (табл.1).

Интервал значений $\delta^{13}\text{C}$ для метана в рассолах мезозойских отложений Прикумской зоны составляет $(-34,8 \div -53,1)\text{‰}$. Тяжелые гомологи метана в углеводородных газах платформенной части присутствуют до 35%, что также характеризует высокую степень преобразования органического вещества в мезозойских отложениях платформенной части. При сравнении изотопного состава углерода метана для Прикумской зоны и нефтегазовых месторождений Южно-

го Дагестана наблюдается некоторое утяжеление изотопного состава $\delta^{13}\text{C}$ для первого района. Это, видимо, обусловлено наличием более высоких термобарических условий в платформенной зоне, где относительно погружены мезозойские отложения.

Таблица 1.

Изотопный состав углерода метана и углекислого газа нефтегазовых месторождений Восточного Предкавказья по данным автора и [97-103].

Месторождение	Скважина	Возраст отлож. и интервал перф.	CH_4 %	C_2H_6 %	C_2H_8 %	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ (CH_4)	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ (CO_2)
1	2	3	4	5	6	7	8
Безводненское	885	1320-1300 н.мел	89,8	5,1	1,5	-37,5	-
Белоозерское	3	3358-3368 в.мел	39,7	18,5	16,0	-40,4	-
Величаевское	18	2526-2530 н.мел	51,6	14,0	12,9	-46,9	-
Величаевское	147	3086-3070 н.мел	56	18,6	10,1	-35,8	-
Бажиган	935	1382-1372 в.мел	95,4	2,2	0,4	-37,0	-
Зимняя ставка	41	3493-3516 триас	63,7	15,1	7,0	-40,2	-
Подсолнечное	6	3561-3582 ср.юра	67,6	12,8	5,7	-43,0	-
Самурское	26	1665-1686 н.мел	90,0	3,8	1,6	-37,9	-
Солончаковое	17	3410-3413 н.мел	87,8	4,8	1,8	-35,5	-
– " –	2	4498-4505 н.юра				-33,0	-1,0
– " –	38	4374-4383 н.юра				-20,0	-11,0
– " –	12	3936-3956 н.мел	73,2	5,0	3,0	-34,8	-
Степное	14	3630-3629 ср.юра	88,2	4,6	1,5	-40,8	-
– " –	17	3600 ср.юра	89,6	6,3	1,8	-37,6	-
Мектебское	28	2915-2907 н.мел	42,1	11,4	19,7	-52,4	-
Юбилейное	15	4324-4350 н.юра	92,9	4,4	0,9	-35,6	-
– " –	13	4412-4423 н.юра				-60,0	-25,0
Южное	2	3230-3240 н.мел	43,8	18,6	15,3	-41,0	-
3. ставка	8	3520-3616 триас	78,9	10,9	2,9	-40,3	-

Р. Хутор	95	1710-1716 майкоп	93,2	0,08	0,15	-50,0	28,7
– " –	96	1505-1511 майкоп				-89,0	-27,0
– " –	103	1739-1741 майкоп				-74,0	-18,5
Берикей	20	2473 н. мел	17,4	0,12	0,008	-45	-0,2
Рубас	4	1640 в. мел	83,1	2,5	0,24	-43,0	-7,6
Дузлак	8	600 в. мел	71	0,72	0,31	-46,0	-20,9
Кизляр	5т	2832-2846 чокрак	31,5			-60,0	-
Махачкала	22т	1590 чокрак	24,7	0,38	0,13	-66,0	-
Избербаш	46	1500 чокрак	81,0	0,1	0,015	-67,6	-
Зурамкент	мин. источник	караган	5,33			-60,0	-
Амур – Курган	1	440 апшерон				-75,9	-
Затеречный		400 апшерон	-	0,02	следы	-60,2	-
Белоозерская		450 апшерон	1,9	следы		-74,2	-

Для газов термальных вод миоценовых отложений характерным является более легкий изотопный состав метана, хотя для глубоких горизонтов чокрака (Кизляр, 5т) можно предположить большую долю и термокаталитического метана ($\delta^{13}\text{C} = -60\text{‰}$). Интервал значений $\delta^{13}\text{C}$ метана для термальных вод среднего миоцена составляет $(-60,7 \div -67,3)\text{‰}$. Эти значения изотопного отношения углерода являются характерными для биохимической зоны генерации метана. Общие содержания тяжелых гомологов метана в газах среднемиоценовых отложений резко занижены по сравнению с мезозойскими и составляют $(5-10)\text{‰}$.

Для метана вод плиоцен-четвертичных отложений характерным является изотопный состав $\delta^{13}\text{C}$ в пределах $(-72,3 - 78,2)\text{‰}$, который соответствует полностью биохимическому генезису. Доля тяжелых гомологов метана составляет доли процентов.

В целом для изотопных отношений $\delta^{13}\text{C}$ метана, генерируемого в разрезе мезокайнозойских отложений ВПАБ, отмечается вертикальная зональность (рис.1.), выражающаяся в облегчении изотопного состава вверх по разрезу и соответствующей смене гидрохимических и гидродинамических условий подземных вод [8]

Были использованы изотопные отношения углерода метана и для определения степени зрелости нефтеобразующих материалов [9]. По нашим данным не наблюдается прямой зависимости между содержанием тяжелых гомологов углеводородных газов и глубиной расположения нефтегазоносных горизонтов (табл. 1).

Изотопный состав $\delta^{13}\text{C}$ углекислоты в некоторых месторождениях термальных вод составляют: Берикей (скв. 20) $-0,2\text{‰}$, Рубас (скв. 4) $-7,6\text{‰}$, Каякент (скв. 600) $-10,4\text{‰}$, Махачкала (22т) $-20,9\text{‰}$. По значению $\delta^{13}\text{C}$ в (скв.20) Берикей можно предположить образование углекислоты с относительно тяжелым изотопным составом за счет деструкции карбонатных пород в глубокопогруженных пластах при повышенных термобарических условиях.

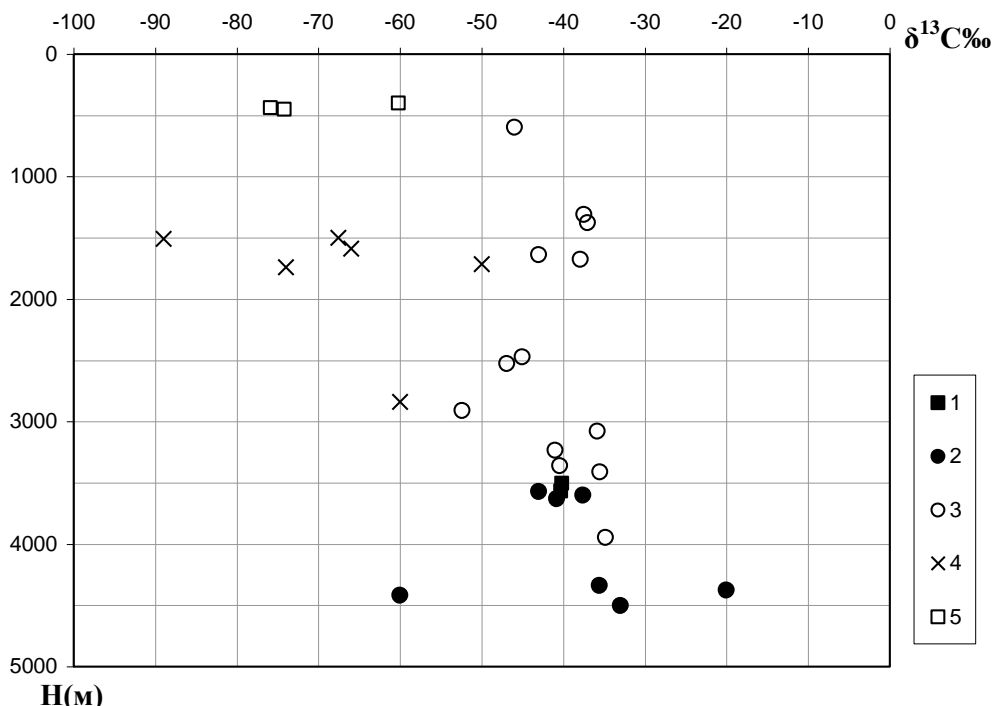


Рис. 1. Зависимость изотопных отношений углерода ($\delta^{13}\text{C}$) метана от глубины для нефтегазовых месторождений Восточного Предкавказья для отложений: 1 – пермо-триаса; 2 – юрских; 3 – меловых; 4 – миоценовых; 5 – плиоцен-четвертичных.

Относительно тяжелым является изотопный состав углерода CO_2 и на площади Рубас. Изотопный состав углекислоты ($\delta^{13}\text{C}$) на нефтегазовых месторождениях Прикумской зоны Дагестана является также относительно утяжеленным и составляет: Кумухская (скв. 4) – 8,5‰, Избербаш (скв. 46) – 13,7‰, Ю.Таловская (скв. 2) – 7,1 ‰.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310203-3.

Литература

1. Алексеев Ф. А., Готтих Р. П., Сааков С. А., Соколовский Э. В. Радиохимические и изотопные исследования подземных вод нефтегазоносных областей СССР. М.: Недра, 1975. 271с.
2. Галимов Э.М. Эффект обогащения изотопов C^{13} углерода метана в процессе фильтрации его в горных породах //Геохимия. № 12. 1967. С. 1504-1505.
3. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода. М., Недра. 1968. 224 с.
4. Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии. М., Недра. 1973. 384 с.
5. Крейг Г. Геохимия стабильных изотопов углерода. В сб.: Изотопы в геологии. Изд. иностр. лит. 1954. С. 440-494.
6. Лебедев В.С., Спиридонов А.П., Сардаров С.С. и др. Изотопно-геохимические исследования в сейсмоактивных областях в связи с разработкой методов прогноза землетрясений и выявление связи изотопно-геохимических параметров с тектоническим режимом недр /Геол. фонды ин-та геологии. Даг. ФАН СССР. М., 1979.
7. Лобков В.А. Изотопный состав углерода метана в связи с условиями его образования и миграции. Автореферат канд. дисс. Л., ВНИИГРИ. 1976.
8. Маммаев О. А. Подземные воды Восточного Предкавказья (формирование, гидрогеохимия и процессы радиотеплогенерации). Махачкала: ДНЦ РАН, 2006. 280с.
9. Магомедов Ш. А., Маммаев О. А., Магомедов А. Ш. Определение степени зрелости нефти по изотопному составу углерода метана // Региональная геология и нефтегазоносность Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 58.: АЛЕФ, 2012

УДК 553.435 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-36-38

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЛИНЫ Р. ИСТИСУ В (ДАГЕСТАН)

Тулышева Е.В., Мацапулин В.У., Исаков С.И.
Институт геологии ДФИЦ РАН

Долина р. Истисув уникальна и отличается от других долин Дагестана частичным наносом рыхлого материала в виде террас на протяжении полутора километров: составом рыхлых отложений и его взрывным происхождением, наличием восьми проявлений гидротермально-взрывных процессов, эрозионная деятельность взрывного материала, отсутствие аллювия за счет разрушения и выноса слабоцементированных песчаников, разрушающихся до песчаных зерен. Описание и объяснений этих процессов приведены в статье.

Ключевые слова: гидротермы, взрывы, гематит, халцедон, вулканическое стекло, террасы

FEATURES OF FORMATION OF THE VALLEY OF R. ISTISUV (DAGESTAN)

Tulysheva E.V., Matsapulin V.U., Isakov S.I.
Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

The valley of the Istisuv river is unique and differs from other valleys of Dagestan by the partial deposition of loose material in the form of terraces over one and a half kilometers: the composition of loose sediments and its explosive origin, the presence of eight manifestations of hydrothermal-explosive processes, the erosion activity of explosive material, the absence of alluvium due to the destruction and removal of weakly cemented sandstones that collapse to sandy grains. The description and explanations of these processes are given in the article.

Keywords: hydrothermal fluids, explosions, hematite, chalcedony, volcanic glass, terraces

Долина р. Истисув расположена западнее дюны Сарыкум в 2-3 км. Она берет начало с Нарат-Тюбинского хребта, сложенного среднемиоценовыми породами (чокрак-караган) – песчаниками и песчано-глинистыми отложениями. На топографической карте дюна отмечена как овраг Истисув – проходящий по хребту Нарат-Тюбе и в меньшей протяжений протяженности на приморской хазарской террасе, прослеживаясь до трассы – автомобильной трассы Ростов-Баку. Севернее долина не прослеживается ввиду проведения на территории технических и сельскохозяйственных работ. Но судя по направлению долины, она впадала в речку Шура-Озень.

Долина характеризуется тем, что проходит внутри Нарат-Тюбинского хребта, тяготея к правобережью, сложенного караганским песчаником. Правый берег сложен песчано-глинистыми отложениями. На левобережье развиты многочисленные глыбы, обломки песчаников, на правобережье их нет. В соответствии с этим левый борт реки прорезают пять притоков, начинающихся с вершины северной части хребта. В притоках отмечены участки хорошо промытых песчаников белого цвета. Во втором притоке, считая от выхода р. Истисув на приморскую низменность, установлены четыре зоны промытых песков. В одной из них установлен наложенный цемент белого цвета, халцедонового состава, редкие прослой гематита мощностью до 10 см и трещины, по которым развито вулканическое стекло. В остальных притоках установлены по одному участку промытых песчаников. Детально минералогия и петрография этих участков не изучалась. В верховьях р. Истисув отмечен один приток, стекающий не в долину реки, а в противоположную сторону на хазарскую террасу приморской низменности. В нем также отмечен линзовидный участок с промытыми белыми песками. Возвращаясь к началу (устью) долины Истисув при пересечении её одного (второго) из хребтов составляющих Нарат-Тюбинскую структуру, отметим, что на левобережье установлены три гидротермально-взрывных проявления. В одном из них установлены ожелезненные зоны, во втором – дробленный кварцевый песок, образованный взрывным процессом, в третьем – окварцованные, ожелезненные зоны и одна зона (от 0,4 м) с вулканическим стеклом.

От этого участка вниз по течению ручья в долине р. Истисув до ее выхода на хазарскую приморскую террасу отмечаются рыхлые отложения мощностью до 10 м. Эти террасы первые от русла, по всей видимости, голоценовые. Для них в Дагестане мощности гораздо меньше до 1-3 м. Чем же объясняется такая особенность? Считаем, что подобные отложения возникли за счет привноса рыхлого мелкоземистого материала взрывных отложений в долине проявлений в относительно короткое время. Мощные рыхлые отложения прорезались водотоком, образуя соответствующие голоценовые террасы.

Долина р. Истисув отличается от всех рек Дагестана наличием террас с мелкоземистым материалом взрывных и привносом разрушенных цементированных пород – слабоцементированных песчаников. Среди рыхлого материала отсутствует крупнообломочный материал – гравий, галька, валуны – типичные для аллювия. Отмечены редкие обломки, небольшие глыбы окварцованных песчаников и гематитовых прожилков. Галька гематита в долине отмечена в районе автомобильной трассы до 50 % имеющегося рыхлого материала.

По данным минералогических анализов материал террас представлен легкой фракцией (99,7-100 %). Основными слагающими являются минералы: кварц (5-31 %), полевошпатовый шпат (3,5-51 %), кремнеземные обломки (4-16 %), вулканическое стекло (1-9,35 %), халцедон (0,96-9,78 %), цеолиты (8-33,25%), глауконит (1-6 %), железные обломки (4-6%). Сравнивая с аллювием рек, мы видим совпадения по кварцу, полевошпату. Основной минеральный состав представлен взрывными.

Террасы долины р. Истисув также отличаются от всех рек Дагестана схожим строением, состав прослоек (2-5 см) и крупность материала обусловлены гидротермально-взрывными процессами. Террасы по всей мощности сложены прослойками, которых насчитывают 25-30 штук. Эту слоистость мы объясняем пульсированием процессов взрыва. Прерывистое поступление флюидов с твердо-газовой составляющей аналогично формированию карбонатных корочек дюны Сары-Кум. Но последних в пластах дюны больше (до 50 штук), сами корочки менее мощные (1-3 см), и представлены они карбонатами. Дальнейшее изучение этих корочек может выявить более широкий их минеральный состав.

Минеральный состав прослоек террас распространен также как и карбонатные корочки дюны, локально в террасах, отмеченных на 1,5 км участке долины, перед выходом ее из хребта Нарат-Тюбе. Незначительное количество вулканического стекла установлено в остатках рыхлого материала долины на хазарской приморской террасе.

Суммируя отличия долины р. Истисув от долин рек Дагестана, отметим: рыхлые отложения в долине в виде террас установлены только на одном участке – перед выходом ее на приморскую низменность на протяжении 1,5 км. Отложения в долине представлены материалом взрывных отложений отмечающихся в притоках долины. Минеральный состав рыхлых отложений представлен продуктами взрывных – отличающихся от песчаного рыхлого материала долин Дагестана. Наличие в долине 8-ми проявлений гидротермально-взрывных процессов, деятельность которых произвела эрозию русла речки и поставку рыхлого материала.

В целом формирование долины в современном облике произошло следующим образом. В результате возникновения активности тектоно-магматических процессов началось функционирование гидротермальных - взрывных процессов. К поверхности земной коры стал подниматься вулканогенный материал с сопутствующими процессами. В притоках долин образовались гидротермальные проявления, в которых изливались термальные воды и извержение вулканогенного пеплового материала. Эти проявления возникли в слабоцементированных песчаниках карагана, в виду их повышенной пористости термальные воды (флюиды) интенсивно промывали песчаники, доводя их до такого состояния и отложения в них аморфного кремнезема и гематита. В первоначальное время термальная вода промывала песчаники и эродировала рыхлые размытые песком породы, формируя русло водотока. Затем, видимо поменялся состав взрывного материала в основном проявлений левобережья ручья, расположенных близ

русла. Это обусловило накопления мелкоземистого рыхлого материала. Затем начался процесс размыва этого рыхлого материала с образованием современного русла. Толчком этого процесса послужило образование тектонической трещины на левобережье в террасе (N 0.3-0.4 м), а на правобережной части произошел сдвиг, смещение верхней части террасы относительно нижней по диагонали. Это могло произойти под действием толчков землетрясений или, менее вероятно, под действием силы тяжести всей массы рыхлых отложений.

В начале левобережной террасы на участке ее расширения отмечаются три промоины на всю мощность рыхлых отложений до коренных пород (подобная промоина отмечается в долине р. Халагорк у селения Буглен). Это говорит об обводненности рыхлых отложений в период, когда была сформирована левобережная терраса. Это могло облегчить сдвиг рыхлого материала с образованием трещин обрыва и сдвига ее по правобережью.

Все особенности долины мы отметили. Но остается не выясненным вопрос, почему же все-таки в долине не осталось рыхлых отложений? Это произошло потому, что они в долине и не образовывались. Разрушение материала слабосцементированных песчаников происходило до песчинок, которые легко выносились за пределы долины, не оставляя следов, поэтому и образовалась долина без аллювия. В мелком эксплозивном материале отмечены только небольшие глыбы окварцованных пород обломки гематита. Значит основной причиной безаллювиальных долин являются слабосцементированный песчаник, разрушающийся до песчинок.

Слабосцементированные песчаники чокрак-карагана (легко разрушающиеся в руке) обуславливают некоторые геологические, и даже технические проблемы. Слабосцементированные песчаники, подвергаясь гидротермально-эксплозивным процессам, дробятся на более мелкоземистые зерна (до 0,1-0,2 мм.). Это мы отмечали, прежде всего, в большом масштабе на Бугленском песчаном карьере, на проявлениях Н. Казанище, Буйнакский перевал через хребет Нарат-Тюбе, северный склон проявления долины р. Черкез-Озень, в долине р. Истисув отмечено одно проявление с дробленным песком. Проницаемость рыхлых песков повышенная за счет чего и образованы гидротермально-эксплозивные проявления долины р. Истисув. В виду мягкости песчаников караган-чокрака песчаные карьеры в них Карабудахкентский, Талгинский, Гок-Серное, Султановский и другие отрабатываются без взрывчатки – механическим способом с помощью бульдозера, экскаватора.

В виду мягкости песчаников формировались процессы россыпеобразования (непромышленные концентрации) титано-циркониевого сырья, проявления рассыпного золота. Дагестан перспективен на среднемиоценовые россыпи, на Ставрополье известные промышленные титано-циркониевые россыпи – Бешпагирские, они локализуются в мягких песчаниках сарматского возраста.

Кроме долины р. Истисув, аллювия нет в долинах водотоков Ачи-Су, некоторых других долинах образующихся размывом слабосцементированных песчаников. Отсутствие аллювия в речках горных частей Дагестана отмечается в долинах Ахтычая, Самура и др. Но отсутствие аллювия в них объясняется другими причинами. В участках antecedentного развития долин рыхлый материал до коренных пород смывается водотоком.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310202-6.

Литература

1. Тулышева Е. В., Речные долины Дагестана и их неотектоническая обусловленность. Дисс. На соиск. уч. ст. к.г.н., Махачкала, 2002. 218 с.
2. Тулышева 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 539.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-39-46

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ КОМПОНЕНТОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ В УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ (ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЕ СОСРЕДОТОЧЕННОЕ В ВИДЕ ТРЕУГОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА) В ЗАДАЧЕ ЛЭМБА

Мусаев В.К.

Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; Российский университет транспорта, Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9; Мингячевирский государственный университет, Республика Азербайджан, AZ4500, Мингячевир, ул. Дильяра Алиева, e-mail: musayev-vk@yandex.ru

Актуальность работы. Рассматривается задача о численном моделировании траектории компонентов вектора перемещений на поверхности упругой полуплоскости при сосредоточенном вертикальном воздействии в виде треугольного импульса в задаче Лэмба. **Цель работы.** Математическое(численное) моделирование позволяет определить некоторые закономерности волнового поля. Полученные закономерности позволяют увеличить качественную и количественную достоверность результатов численного моделирования. **Методика.** Для решения поставленной задачи применяются уравнения нестационарной динамической теории упругости. Задачи решаются методом сквозного счета, без выделения разрывов. За основные неизвестные в узле конечного элемента приняты: при решении двумерной плоской динамической задачи теории упругости два упругих перемещения и две скорости упругих перемещений. Основные соотношения метода конечных элементов в перемещениях по пространственным координатам получены с помощью принципа возможных перемещений. Линейная динамическая задача с начальными и граничными условиями в виде дифференциальных уравнений в частных производных приведена к системе линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями, которая решается по явной двухслойной схеме. Исследуемая область разбивается по пространственным переменным на треугольные и прямоугольные конечные элементы первого порядка. По временной переменной исследуемая область разбивается на линейные конечные элементы первого порядка. Предложен квазирегулярный подход к решению системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка в перемещениях с начальными условиями и к аппроксимации исследуемой области. Методика основывается на схемах: точка, линия и плоскость. Разработаны методика, алгоритм и комплекс программ для решения линейных двумерных плоских задач, которые позволяют решать сложные задачи при волновых воздействиях. При разработке комплекса программ использовался алгоритмический язык Фортран-90. **Результаты.** Рассмотрена задача о численном моделировании траектории компонентов вектора перемещений на поверхности упругой полуплоскости при сосредоточенном вертикальном воздействии. Исследуемая расчетная область имеет 12008001 узловых точек. Решается система уравнений из 48032004 неизвестных. Получены траектории перемещений на поверхности упругой полуплоскости. Траектория перемещений на поверхности упругой полуплоскости имеет вид эллипса.

Ключевые слова: механика переходного процесса, волны в деформируемых телах, комплекс программ, сосредоточенное воздействие, треугольный импульс, задача Лэмба, упругая полуплоскость, перемещение, траектория перемещений, эллипс перемещений.

COMPUTER SIMULATION OF TRAJECTORIES OF DISPLACEMENT COMPONENTS ON A SURFACE IN AN ELASTIC HALF-PLANE (VERTICAL IMPACT CONCENTRATED IN THE FORM OF A TRIANGULAR PULSE) IN THE LAMB PROBLEM

Musayev V.K.

Moscow state University of civil engineering, 26 Yaroslavl Highway, Moscow 129337, Russian Federation; Russian University of Transport, 9 Obraztsova Str., bldg. 9, Moscow 127994, Russian Federation; Mingachevir State University, Dilyara Alieva Str., Mingachevir AZ4500, Republic of Azerbaijan, e-mail: musayev-vk@yandex.ru

Relevance. The problem of numerical modeling of the trajectory of the components of the displacement vector on the surface of an elastic half-plane under a concentrated vertical action in the form of a triangular pulse in the Lamb problem is considered. **The aim.** Mathematical (numerical) modeling allows us to determine some regularities of the wave field. The ob-

tained regularities allow to increase the qualitative and quantitative reliability of the results of numerical modeling. **Method.** To solve this problem, the equations of the nonstationary dynamic theory of elasticity are applied. Tasks are solved by the method of end-to-end counting, without highlighting gaps. For the main unknowns in the node of a finite element are taken: when solving a two-dimensional plane dynamic problem of the theory of elasticity, two elastic displacements and two velocities of elastic displacements. The main relations of the finite element method in displacements along spatial coordinates are obtained using the principle of possible displacements. A linear dynamic problem with initial and boundary conditions in the form of partial differential equations is reduced to a system of linear ordinary differential equations with initial conditions, which is solved by an explicit two-layer scheme. The study area is divided by spatial variables into triangular and rectangular finite elements of the first order. According to the time variable, the study area is divided into linear finite elements of the first order. A quasi-regular approach to the solution of a system of linear ordinary differential equations of the second order in displacements with initial conditions and to the approximation of the investigated domain is proposed. The method is based on the schemes: point, line and plane. A method, algorithm and a set of programs for solving linear two-dimensional plane problems that allow solving complex problems under wave effects are developed. The algorithmic language Fortran-90 was used in the development of the software package. **Results.** The problem of numerical modeling of the trajectory of the components of the displacement vector on the surface of an elastic half-plane under concentrated vertical action is considered. The computational domain under study has 12008001 nodal points. A system of equations consisting of 48032004 unknowns is solved. The trajectories of displacements on the surface of an elastic half-plane are obtained. The trajectory of movements on the surface of the elastic half-plane has the form of an ellipse.

Keywords: transition mechanics, waves in deformable bodies, software package, concentrated action, triangular momentum, Lamb problem, elastic half-plane, displacement, displacement trajectory, displacement ellipse.

Введение

Рассматривается задача о численном моделировании перемещений в упругой полуплоскости при сосредоточенном вертикальном воздействии.

Волны напряжений различной природы, распространяясь в деформируемом теле, взаимодействуют друг с другом, что приводит к образованию новых областей возмущений.

Постановка волновых динамических задач механики деформируемого твердого тела приведена в следующих работах [Джинчвелашвили и др., 2017; Дикова, 2018; Зенкевич, 1975; Зенкевич и др., 1986; Дэйвис, 1961; Куранцов В.А. и др., 2017, 2019; Куранцов В.В. и др., 2017; Крылов и др., 2017; Мусаев, 2020; Новацкий, 1975; Саликов и др., 2016; Стародубцев и др., 2017а–в; Хан, 1988; Musayev, 2019; Nemchinov, 2013а–б].

Применение рассматриваемого численного метода, алгоритма и комплекса программ в задачах волновой механики деформируемых тел приведена в работах [Джинчвелашвили и др., 2017; Дикова, 2018; Куранцов В.А. и др., 2017, 2019; Куранцов В.В. и др., 2017; Крылов и др., 2017; Мусаев, 2020; Саликов и др., 2016; Стародубцев и др., 2017а–в; Musayev, 2019].

Оценка достоверности и точности рассматриваемого численного метода, алгоритма и комплекса программ при решении нестационарных волновых процессов приведена в следующих работах [Джинчвелашвили и др., 2017; Дикова, 2018; Куранцов В.А. и др., 2017, 2019; Куранцов В.В. и др., 2017; Крылов и др., 2017; Саликов и др., 2016; Стародубцев и др., 2017а–в].

Цель исследования

Для решения задачи о моделировании нестационарных упругих волн в деформируемых областях сложной формы рассмотрим некоторое тело Γ в прямоугольной декартовой системе координат XOY , которому в начальный момент времени $t = 0$ сообщается механическое воздействие.

Предположим, что тело Γ изготовлено из однородного изотропного материала, подчиняющегося упругому закону Гука при малых упругих деформациях.

Точные уравнения двумерной (плоское напряженное состояние) динамической теории упругости имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} &= \rho \frac{\partial^2 u_x}{\partial t^2}, \quad \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = \rho \frac{\partial^2 u_y}{\partial t^2}, \quad (x, y) \in \Gamma, \\ \sigma_x &= \rho C_p^2 \varepsilon_x + \rho (C_p^2 - 2C_s^2) \varepsilon_y, \quad \sigma_y = \rho C_p^2 \varepsilon_y + \rho (C_p^2 - 2C_s^2) \varepsilon_x, \quad \tau_{xy} = \rho C_s^2 \gamma_{xy}, \\ \varepsilon_x &= \frac{\partial u_x}{\partial x}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial u_y}{\partial y}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x}, \quad (x, y) \in (\Gamma \cup S), \end{aligned} \quad (1)$$

где: σ_x , σ_y и τ_{xy} – компоненты тензора упругих напряжений; ε_x , ε_y и γ_{xy} – компоненты тензора упругих деформаций; u_x и u_y – составляющие вектора упругих перемещений

вдоль осей OX и OY соответственно; ρ – плотность материала; $C_p = \sqrt{\frac{E}{\rho(1-\nu^2)}}$ – скорость продольной упругой волны;

$C_s = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}}$ – скорость поперечной упругой волны;

ν – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости; $S (S_1 \cup S_2)$ – граничный контур тела Γ .

Систему (1) в области, занимаемой телом Γ , следует интегрировать при начальных и граничных условиях.

Для решения двумерной плоской динамической задачи теории упругости с начальными и граничными условиями (1) – используем метод конечных элементов в перемещениях.

Методы исследования

Задача решается методом сквозного счета, без выделения разрывов. Чтобы выполнить динамический расчет методом конечных элементов, нужно иметь матрицу жесткости и матрицу инерции конечного элемента.

Принимая во внимание определение матриц и векторов для тела Γ , записываем приближенное значение уравнения движения в теории упругости:

$$\bar{H}\ddot{\vec{\Phi}} + \bar{K}\vec{\Phi} = \vec{R}, \quad \vec{\Phi}|_{t=0} = \vec{\Phi}_0, \quad \dot{\vec{\Phi}}|_{t=0} = \dot{\vec{\Phi}}_0, \quad (2)$$

где: \bar{H} – матрица инерции; \bar{K} – матрица жесткости; $\vec{\Phi}$ – вектор узловых упругих перемещений; $\dot{\vec{\Phi}}$ – вектор узловых упругих скоростей перемещений; $\ddot{\vec{\Phi}}$ – вектор узловых упругих ускорений; \vec{R} – вектор узловых упругих внешних сил.

Для интегрирования уравнения (2) конечноэлементным вариантом метода Галеркина приведем его к следующему виду:

$$\bar{H} \frac{d}{dt} \dot{\vec{\Phi}} + \bar{K}\vec{\Phi} = \vec{R}, \quad \frac{d}{dt} \vec{\Phi} = \dot{\vec{\Phi}}. \quad (3)$$

Интегрируя по временной координате соотношение (3) с помощью конечноэлементного варианта метода Галеркина, получим двумерную явную двухслойную конечноэлементную линейную схему в перемещениях для внутренних и граничных узловых точек

$$\vec{\Phi}_{i+1} = \vec{\Phi}_i + \Delta t \bar{H}^{-1}(-\bar{K}\vec{\Phi}_i + \vec{R}_i), \quad \vec{\Phi}_{i+1} = \vec{\Phi}_i + \Delta t \vec{\Phi}_{i+1}, \quad (4)$$

где: Δt – шаг по временной координате.

Шаг по временной переменной Δt определяем из следующего соотношения:

$$\Delta t = k \frac{\min \Delta l_i}{C_p} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, r), \quad (5)$$

где: Δl – длина стороны конечного элемента; r – число конечных элементов.

Результаты численного эксперимента показали, что при $k = 0,5$ обеспечивается устойчивость двумерной явной двухслойной конечноэлементной линейной схемы.

На основе метода конечных элементов в перемещениях разработаны алгоритм и комплекс программ для решения линейных плоских двумерных задач, которые позволяют решать задачи при нестационарных волновых воздействиях. При разработке комплекса программ использовался алгоритмический язык Фортран-90.

Результаты работы

Рассмотрим задачу о воздействии сосредоточенной волны в виде дельта-функции (рис. 2) перпендикулярной к свободной поверхности упругой полуплоскости (рис. 1).

Расчеты проводились при следующих единицах измерения: килограмм-сила (кгс); сантиметр (см); секунда (с). Для перехода в другие единицы измерения были приняты следующие допущения: $1 \text{ кгс/см}^2 \approx 0,1 \text{ МПа}$; $1 \text{ кгс см}^2/\text{см}^4 \approx 10^9 \text{ кг/м}^3$.

В точке B перпендикулярно к свободной поверхности ABC приложено упругое нормальное напряжение σ_y (рис. 1), которое при $0 \leq n \leq 11$ ($n = t / \Delta t$) изменяется линейно от 0 до P , а при $11 \leq n \leq 21$ от P до 0 ($P = \sigma_0$, $\sigma_0 = -0,1 \text{ МПа}$ (-1 кгс/см^2)).

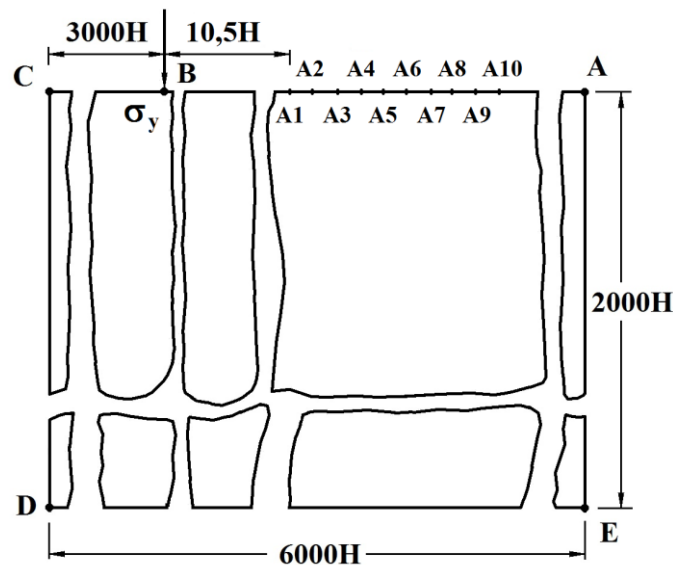


Рис. 1. Постановка задачи о воздействии сосредоточенной волны в виде дельта-функции на свободную поверхность упругой полуплоскости. /

Граничные условия для контура $CDEA$ при $t > 0$ $u_x = u_y = \dot{u}_x = \dot{u}_y = 0$. Отраженные волны от контура $CDEA$ не доходят до исследуемых точек при $0 \leq n \leq 500$. Контур ABC свободен от нагрузок, кроме точки B , где приложено сосредоточенное упругое нормальное напряжение σ_y .

Расчеты проведены при следующих исходных данных: $H = \Delta x = \Delta y$; $\Delta t = 1,393 \cdot 10^{-6}$ с; $E = 3,15 \cdot 10^4$ МПа ($3,15 \cdot 10^5$ кгс/см²); $\nu = 0,2$; $\rho = 0,255 \cdot 10^4$ кг/м³ ($0,255 \cdot 10^{-5}$ кгс с²/см⁴); $C_p = 3587$ м/с; $C_s = 2269$ м/с.

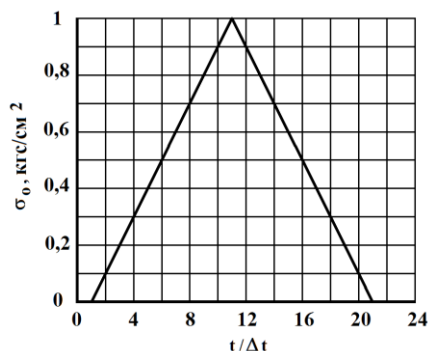


Рис. 2. Воздействие в виде дельта-функции.

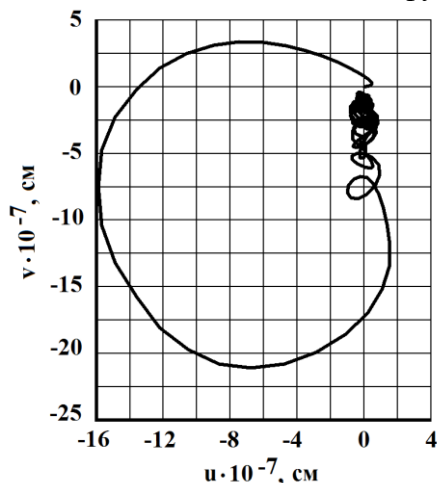


Рис. 3. Изменение траектории перемещений на поверхности упругой полуплоскости в точке А1 при воздействии в виде дельта-функции.

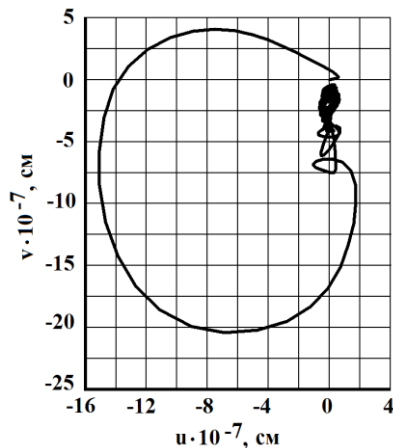


Рис. 4. Изменение траектории перемещений на поверхности упругой полуплоскости в точке А3 при воздействии в виде дельта-функции.

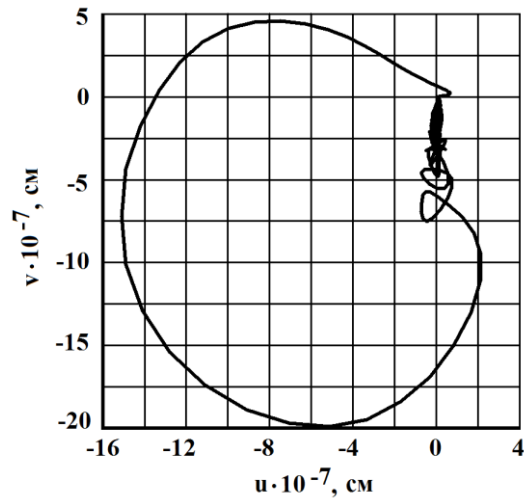


Рис. 5. Изменение траектории перемещений на поверхности упругой полуплоскости в точке А5 при воздействии в виде дельта-функции.

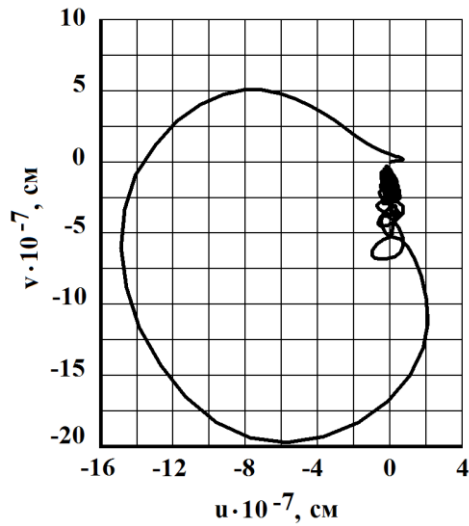


Рис. 6. Изменение траектории перемещений на поверхности упругой полуплоскости в точке А7 при воздействии в виде дельта-функции.

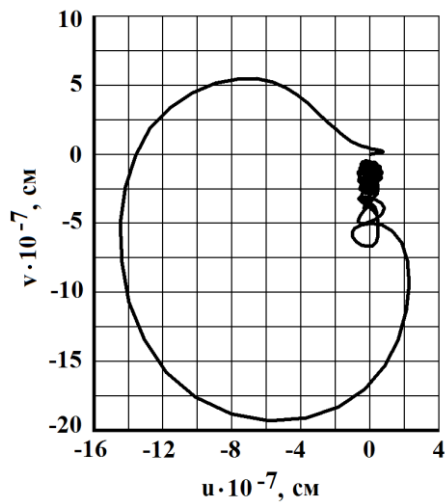


Рис. 7. Изменение траектории перемещений на поверхности упругой полуплоскости в точке А9 при воздействии в виде дельта-функции.

Исследуемая расчетная область имеет 12008001 узловых точек. Решается система уравнений из 48032004 неизвестных.

На рисунках 3–7 показано изменение траектории компонентов вектора перемещений на свободной поверхности упругой полуплоскости в точках A_1 , A_3 , A_5 , A_7 и A_9 (рис. 1), находящихся на свободной поверхности упругой полуплоскости (расстояние между точками: A_1 и A_2 равно H ; A_2 и A_3 равно H ; A_3 и A_4 равно H ; A_4 и A_5 равно H ; A_5 и A_6 равно H ; A_6 и A_7 равно H ; A_7 и A_8 равно H ; A_8 и A_9 равно H ; A_9 и A_{10} равно H).

Заключение

1. На основе метода конечных элементов разработаны методика, алгоритм и комплекс программ для решения линейных двумерных плоских задач, которые позволяют решать сложные задачи при нестационарных волновых воздействиях на различные объекты.

2. Основные соотношения метода конечных элементов получены с помощью принципа возможных перемещений. Матрица упругости выражена через скорость продольных волн, скорость поперечных волн и плотность.

3. Линейная динамическая задача с начальными и граничными условиями в виде дифференциальных уравнений в частных производных, для решения задач при волновых воздействиях, с помощью метода конечных элементов в перемещениях приведена к системе линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями, которая решается по явной двухслойной схеме.

4. Решена задача о математическом моделировании нестационарных упругих волн напряжений при сосредоточенном вертикальном воздействии в виде дельта-функции на поверхность полуплоскости. Исследуемая расчетная область имеет 12008001 узловых точек. Решается система уравнений из 48032004 неизвестных.

5. Траектория перемещений на поверхности упругой полуплоскости имеет вид эллипса.

Литература

1. Джинчвелашвили Г.А., Попадейкин В.В., Аксенов В.А., Блишников В.В., Доронин Ф.Л. О физической достоверности и математической точности моделирования нестационарных волн напряжений в деформируемых телах с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Техносферная безопасность, надежность, качество, энерго- и ресурсосбережение: ТЗ8. Материалы Международной научно-практической конференции. Выпуск XIX. Т. 2. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2017. – С. 55–63.

2. Дикова Е.В. Численное моделирование плоских продольных волн в виде импульсного воздействия в упругой полуплоскости с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Высшая школа. Новые технологии науки, техники, педагогики: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука–Общество–Технологии–2018». – М.: Московский политех, 2018. – С. 38–44.

3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 543 с.

4. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. – М.: Мир, 1986. – 320 с.

5. Дэйвис Р. Волны напряжений в твердых телах. – М.: Иностранная литература, 1961. – 104 с.

6. Крылов А.И., Кормилицин А.И., Куранцов В.В. О физической достоверности и математической точности моделирования нестационарных упругих волн напряжений с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Материалы XXV Международной конференции. – М.: РГГУ, 2017. – С. 517–520.

7. Куранцов В.А., Мусаев А.В., Куранцов О.В., Михедова Е.Е., Черных Ю.К. Моделирование распространения импульса (восходящая часть – четверть круга, нисходящая часть – линейная) в полуплоскости с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Новые технологии науки, техники, педагогики высшей школы: материалы Международной научно-практической конференции «Наука–Общество–Технологии–2017». – М.: Московский политех, 2017. – С. 23–28.

8. Куранцов В.А., Куранцов В.В., Акатьев С.В., Самойлов С.Н. О достоверности и точности (верификация) моделирования нестационарных волн напряжений в деформируемых телах с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Современные проблемы железнодорожного транспорта: сборник трудов по результатам международной интернет-конференции в 2 т. Т. 2. – М.: Российский университет транспорта, 2019. – С. 202–211.

9. Куранцов В.В., Мусаев А.В., Самойлов С.Н., Мусаева С.В., Шиянов С.М. Моделирование импульса (восходящая часть – четверть круга, средняя – горизонтальная, нисходящая – линейная) в упругой полуплоскости с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Новые технологии науки, техники, педагогики высшей школы: материалы Международной научно-практической конференции «Наука–Общество–Технологии–2017». – М.: Московский политех, 2017. – С. 29–35.

10. Мусаев В.К. Математическое моделирование нестационарных упругих волн напряжений (переходной процесс) при воздействии (вертикальное сосредоточенное в виде треугольного импульса) на поверхность полуплоскости (задача Лэмба) // Геология и геофизика Юга России. – 2020. – № 4. – С. 164–174.

11. Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975. – 872 с.

12. Саликов Л.М., Мусаев А.В., Идельсон Е.В., Самойлов С.Н., Блинные В.В. Оценка физической достоверности моделирования плоских нестационарных упругих волн напряжений в виде импульсного воздействия (функция Хевисайда) в полуплоскости с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Материалы XXIV Международной конференции. – М.: РГГУ, 2016. – С. 356–359.

13. Стародубцев В.В., Акатьев С.В., Мусаев А.В., Шиянов С.М., Куранцов О.В. Моделирование упругих волн в виде импульсного воздействия (восходящая часть – четверть круга, нисходящая часть – четверть круга) в полуплоскости с помощью численного метода Мусаева В.К. // Проблемы безопасности российского общества. – 2017а. – №1. – С. 36–40.

14. Стародубцев В.В., Дикова Е.В., Денисенков А.Н., Кормилицин А.И., Шепелина П.В. Моделирование воздействия в виде двух импульсов (первый: восходящая часть – четверть круга, нисходящая часть – линейная; второй – треугольник) в упругой полуплоскости с помощью численного метода, алгоритма и комплекса программ Мусаева В.К. // Новые технологии науки, техники, педагогики высшей школы: материалы Международной научно-практической конференции «Наука–Общество–Технологии–2017». – М.: Московский политех, 2017б. – С. 88–94.

15. Стародубцев В.В., Акатьев С.В., Мусаев А.В., Шиянов С.М., Куранцов О.В. Моделирование упругих волн в виде импульсного воздействия (восходящая часть – четверть круга, нисходящая часть – четверть круга) в полуплоскости с помощью численного метода Мусаева В.К. // Проблемы безопасности российского общества. – 2017в. – №1. – С. 36–40.

16. Хан Х. Теория упругости. – М.: Мир, 1988. – 344 с.

17. Musayev V.K. Mathematical modeling of non-stationary elastic waves stresses under a concentrated vertical exposure in the form of delta functions on the surface of the half-plane (Lamb problem). // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2019. – Vol. 15. Is. 2. – pp. 111–124.

18. Nemchinov V.V. Diffraction of a plane longitudinal wave by spherical cavity in elastic space. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2013а. – Vol. 9. Is. 1. – pp. 85–89.

19. Nemchinov V.V. Numerical methods for solving flat dynamic elasticity problems. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2013б. – Vol. 9. Is. 1. – pp. 90–97.

УДК 550:34

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-47-56

СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕУСТОЙЧИВОГО СКАЛЬНОГО МАССИВА В ГУНИБСКОМ РАЙОНЕ ДАГЕСТАНА

Идармачев¹ Ш.Г., Джамалудинов² А.М., Идармачев¹ И.Ш.

¹Институт геологии ДФИЦ РАН, ²ФГБОУ ВО «ДГТУ»

Изучены кинематические параметры скального массива, находящегося в условиях неустойчивого равновесия на крутом склоне, представляющим опасность обрушения на районный центр Гуниб в Дагестане. Изучены его кинематические характеристики от различных вынуждающих сил, микросейсм, вызванных штормовыми циклонами в океане, механических ударов об скалу, землетрясений.

Ключевые слова: микросейсм, обвал, сейсмометрия, сейсмограмма.

SEISMOMETRIC MONITORING OF UNSTABLE ROCK MASSIF IN THE GUNIB DISTRICT OF DAGESTAN

Idarmachev¹ Sh.G., Dzhamaludinov² A.M., Idarmachev¹ I.Sh.

Institute of Geology, DPRC RAS, 2FGBOU VO "DSTU"

The kinematic parameters of the rock mass, which is in conditions of unstable equilibrium on a steep slope, posing a danger of collapse on the regional center Gunib in Dagestan, have been studied. Studied its kinematic characteristics from various driving forces, microseisms caused by storm cyclones in the ocean, mechanical impacts on the rock, earthquakes.

Key words: microseisms, landslide, seismometry, seismogram.

Обвалы - чрезвычайно опасные явления природы, требующие специфического подхода к изучению, оценке и прогнозу их проявления и развития. Причиной является нарушение равновесия между сдвигающей силой тяжести и удерживающими силами. Оно вызывается увеличением крутизны склона в результате подмыва водой, ослаблением прочности пород при выветривании или переувлажнении осадками и подземными водами, воздействием сейсмических толчков, деятельностью человека.

Актуальность проблемы обвалов заключается в определении принципиальных направлений выработки надёжных прогнозов катастрофических событий на основе детального познания их исходной генетической сущности. Управлять обвалами гигантских размеров человек не может, да и вмешательство в естественный ход его развития представляется весьма опасным. Следовательно, для минимизации ущерба от природных катастроф, в том числе и обвальных, необходим прогноз, с максимальной точностью определяющий тип события, его место, время, интенсивность и зону поражения.

В настоящее время геофизические методы применяются практически во всех сферах человеческой деятельности, где требуется определение физических параметров приповерхностной части геологической среды и протекающих в ней процессов. Одним из методов является сейсмометрия. При этом используются как активные, так и пассивные методы геофизики [1–3], например, для оценки состояния и свойств инженерных конструкций используется инженерная сейсмометрия. Сейсмодатчики, установленные в различных местах конструкции, при ударе фиксируют время пробега волн, затухание и их спектральные характеристики. По этим данным оцениваются состояние и прочность конструкций, устанавливаются наличие трещин и зон деформации. В трещинных зонах скорость волны падает, а в напряженных узлах – наоборот растет.

Последние годы появились публикации, связанные с сейсмическим мониторингом неустойчивых скальных пород, оползней. Эти работы получили название – экологическая сейсмология [4]. В этом плане для нас интерес представляет сейсмический мониторинг на вер-

шине горы Хохфгель высотой 2592 м в южно-германских Альпах с помощью телеметрической сети сейсмических станций [5]. Образование крупных трещин было зарегистрировано в конце XIX века, а с конца 1950–х годов возникло прогрессирующее оползание. В настоящее время ширина трещины на вершине достигло 4–5 м, а длина – 30 м и продолжается расширяться со скоростью нескольких миллиметров в месяц. В итоге на основе проведенных наблюдений в течение нескольких месяцев были выявлены сейсмические циклы, связанные с развитием неустойчивости склона.

Целью настоящей работы является исследование кинематических параметров неустойчивого скального массива, нависающего над населенным пунктом Гуниб, которые могли характеризовать прочностные свойства массива. В рамках поставленной задачи были определены собственные частоты и амплитуды колебаний скального массива, а также реакция его на колебания удаленного сейсмического события.

Объектом исследований является неустойчивый скальный массив над районным центром Гуниб на Северном Кавказе с населением более 2500 человек, представляющим опасность обрушения (рис. 1). Опасный участок представляет из себя вертикальный блок, оторванный от основной известняковой толщи, основание которой лежит на слое из алевролитистой глины мощностью до 1 метра. Вся известняковая толща в месте прослой глины, на котором она лежит, наклонена под углом 40° в сторону обрыва. На поверхности ширина трещины между основным устойчивым и неустойчивым блоками составляет около 2 м. Учитывая, что прочность на сжатие и сдвиге глины ниже, чем у известняков, деформация твердой части толщи горных пород будет происходить в сторону уклона по глинистой прослойке. В результате чего вышележащем слое образуются вертикальные отрывные трещины. Проникновение дождевой воды в трещины вызывает размокание глинистого слоя, на котором лежит трещина отрыва и тем самым активизирует деформацию массива.



Рис. 1. Вид сверху скалы

Размеры исследуемого массива равны: ширина верхней кромки 18–20 м; длина 60 м; высота 50 м; Объем пород 60 тыс. м³.

Методика и аппаратура исследований

Для регистрации колебаний массива использовалась цифровая установка, состоящая из сейсмометра С-5-С, встроенного усилителя, аналого-цифрового преобразователя (АЦП), сопряженного с ноутбуком. Конструктивно сейсмометр С-5-С представляет собой электродинамический преобразователь тока чувствительностью рабочей катушки $C_1 = 64 \text{ В/(м/с)}$, периодом собственных колебаний $T = 5 \text{ с}$, декрементом затухания маятника $D = 3$. Диапазон амплитудно-частотной характеристики составляет 0,1 – 100 Гц [6].

Для повышения чувствительности в корпусе сейсмометра встроен операционный усилитель, разработанный на базе микросхемы серии КР140УД20. Диапазон измерительного канала усилителя составляет $f = 0 - 50 \text{ кГц}$, коэффициент усиления равен – 400. Чувствительность сейсмометра после подключения к усилителю составляет $C_2 = 25600 \text{ В/(м/с)}$ или $25,6 \text{ мВ/(мкм/с)}$.

В рабочем состоянии сейсмометр на скале был закреплен так, чтобы колебания маятника совершались поперек направления трещины, т.е., по ориентации В – З, при этом допускалось, что собственные колебания скального массива будут происходить перпендикулярно трещине.

На первом этапе исследований регистрирующая аппаратура была установлена в помещении, расположенного на расстоянии 150 м от сейсмометра и подключена с помощью кабеля, натянутого над землей. Опытные измерения показали наличие больших помех в ночное время, наводимых на сигнальный провод воздушного кабеля. Причиной наводок является возникновение разности потенциалов между поверхностью земли и проводом-антенной. На рис. 2 показана осциллограмма записи.

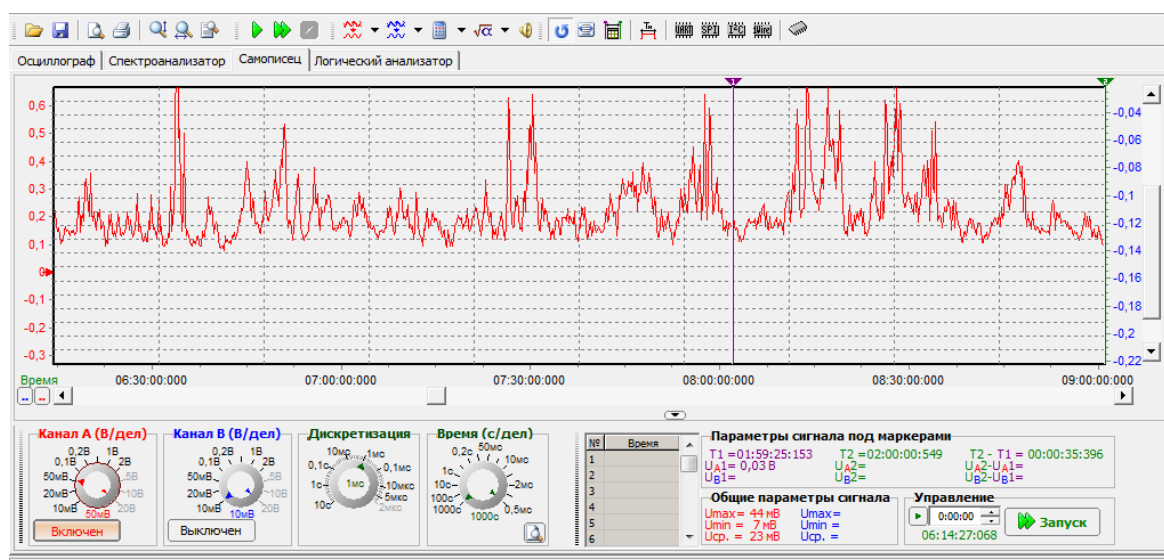


Рис. 2. Осциллограмма записи земных токов на сигнальном проводе воздушного кабеля помех атмосферного происхождения

Характерным свойством такого рода помех является однополярность сигнала, т.е., поверхность земли заряжена положительным потенциалом, а провод-антенна – отрицательным. В отдельных случаях амплитуда сигнала достигает 0,6 – 0,7 В. Земные токи возникают от разрядов молний, трения земной поверхности с атмосферой, заряженных облаков, магнитосферных и других процессов. Поэтому для удаления помех пришлось отказаться от длительных наблюдений на скальном массиве и перейти к дискретным измерениям установкой аппаратуры рядом с сейсмометром.

Обсуждение результатов

После устранения помех на записях сейсмограмм отдельные периоды наблюдений регистрируются микросейсмы генерируемые гигантскими штормовыми волнами циклонов в океане (рис. 3). В центре циклона формируются гигантские стоячие волны. Область стоячих водяных волн (СВВ) генерирует периодически изменяющееся давление на дно океана, не затухающее с глубиной [7, 8]. Под влиянием этого давления в земной коре возникают слабые колебания — так называемые штормовые микросейсмы. Область стоячих водяных волн, располагающаяся в тыловой части циклона (тайфуна), составляет сотни квадратных километров. Такие колебания могут быть уподоблены поршню, совершающему возвратно-поступательные движения. Поднимаясь вверх, они образуют микробаромы в атмосфере, вниз — микросейсмы на дне океана. Колебания, вызванные стоячими волнами, когерентны (синфазны). Регистрируемые на поверхности земли упругие волны имеют форму синусоидальных колебаний [9]. Микросейсмы, вызванные стоячими водяными волнами движущихся циклонов, распространяются на большие расстояния. Их записывают все сейсмические станции мира. Например, микросейсмы от атлантических циклонов фиксируют не только станции, расположенные на европейском континенте, но и азиатские (в Ташкенте и Ашхабаде), сибирские (в Иркутске и Новосибирске) и многие другие. Период колебаний микросейсм может лежать в пределах 10–14 с. Чем большую площадь охватывает циклон, тем больше амплитуда и период колебаний. Микросейсмы от морских штормовых волн имеют меньший период колебаний – 2–5 с и регистрируются на небольшие расстояния. Например, периоды штормовых микросейсм озера Байкал составляют $T=2-3$ с, амплитуды, записанные сетью сейсмических станций, достигают 5–10 мкм [10].

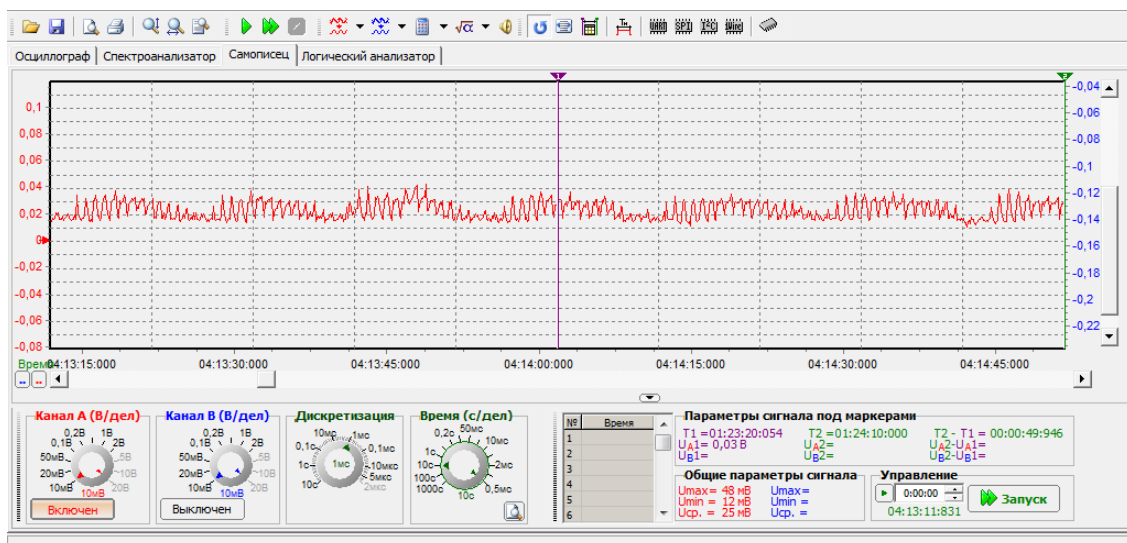


Рис. 3. Запись штормовых микросейсм

На записи зарегистрированных на скале микросейсм видны синусоидальные колебания периодом $T_1=14-15$ с, вызванные штормовыми океаническими волнами, модулированные более короткопериодными колебаниями периодом $T_2=0,87$ с, максимальной амплитудой 0,8 мкм. Природа короткопериодных колебаний может быть связана с частотой собственных колебаний скального массива, который находится в условиях неустойчивого равновесия. В данном случае микросейсмы могут служить в роли возмущающей силы, вызывающие гармонические колебания, тогда отношение доминантной частоты к частоте возмущающей силы должно быть четным числом. Для полученных по записи частот $f_2/f_1=16.0189$, т.е. практически является четным числом. Такие эффекты возбуждения собственных колебаний от возмущающей внешней силы возникают не только в геофизической среде, но и других случаях, например, при проведении

диагностических исследований на металлической трубе высотой 100 м, сейсмометрические наблюдения показали возникновение доминантных частот 0,01–0,5 Гц от вынуждающих переменных сил ветра [11].

Также на исследуемом массиве были проведены эксперименты по возбуждению колебаний путем броска камня весом 5 кг в трещину и удара ногой об скалу. Осциллограммы записей показаны на рис. 4 и 5. На записи, показанной на рис. 4, видны затухающие колебания с уменьшающейся частотой. Например, в первой половине записи частота колебаний равна 68–70 Гц, а во второй половине – 46–47 Гц. Максимальная амплитуда равна 32 мкм. Видно также медленное отклонение записи от начального положения на 8 мкм. Продолжительность отклонения равна 0,8 с. Данное отклонение записи не может быть связано с периодом собственных колебаний маятника сейсмометра С-5-С ($T=5$ с). По величине период отклонения записи $T=0,8$ с сравним с периодом собственных колебаний скалы $T=0,87$ с, вызванных штормовыми микросейсмами. Эти данные подтверждают возможность возбуждения собственных колебаний скалы при слабом внешнем воздействии на него, ударом камня весом 5–6 кг, брошенного с высоты 9 м.

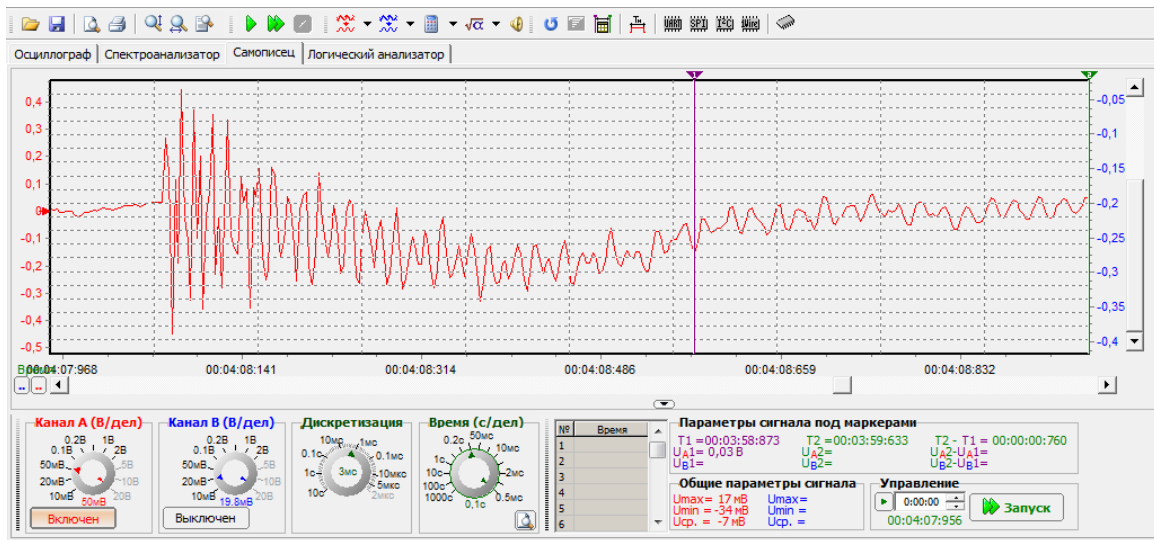


Рис. 4. Запись колебаний сейсмометра после броска камня в трещину глубиной 9 м

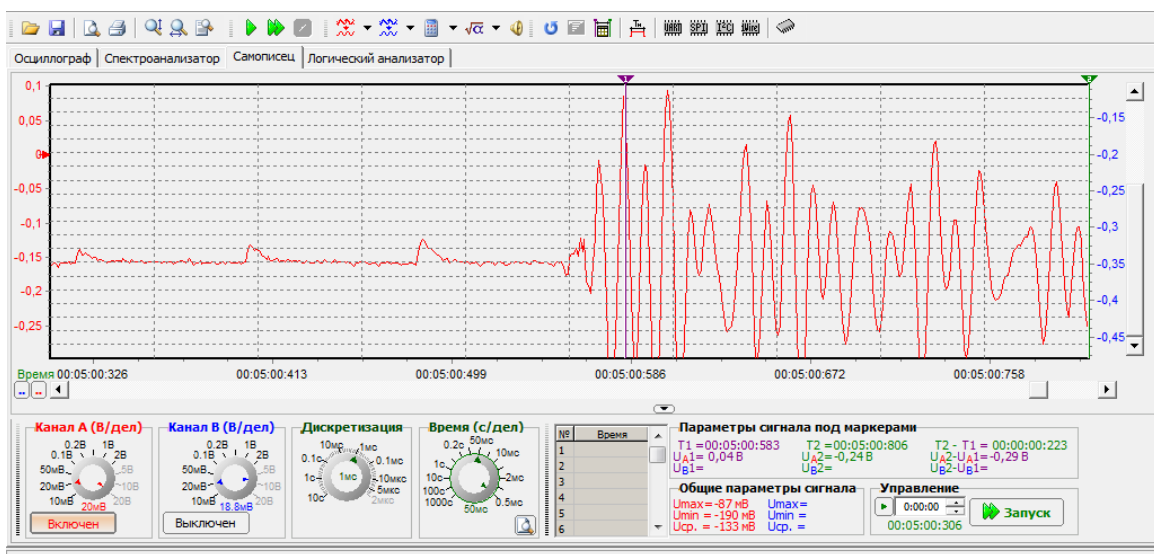


Рис. 5. Запись колебаний сейсмометра от удара ногой об скалу на расстоянии 3 м от сейсмометра

По характеру записи колебаний на рис. 4 можно сделать вывод об уменьшении частоты по мере удаления волны от сейсмометра – эффект Доплера. На записи при ударе ногой по скале (рис. 5) зарегистрированы колебания частотой 93–100 Гц. Более высокая частота колебаний от удара ногой об скалу связана с близким расположением источника колебаний, чем в случае броска камня в трещину. Однако в этом случае нет медленного отклонения на записи сигнала, как на рис. 4. Амплитуда колебаний от удара ногой по скале составляет 4,4 мкм, т.е. меньше амплитуды колебаний от удара броска камня в 7,3 раз. Эти записи показывают высокую чувствительность измерительной аппаратуры, позволяющей регистрировать колебания горных пород, в данном случае крепких известняков, имеющих кристаллическую структуру, а форма колебаний имеет резонансный характер – подобно звучанию колокола.

Результаты исследования воздействия землетрясения на скалу.

Довольно часто при землетрясениях на крутых склонах гор активизируются обвалы, оползни. Некоторые из них приводят человеческим жертвам. Грандиозный обвал на Памире в результате землетрясения 1911 г. перегородил долину реки Муграб образовав плотину шириной 5 км и высотой 600 м, вследствие чего возникло Сорезское озеро площадью более 80 тыс. км² и глубиной 500 м. Во время Хаитского землетрясения в Таджикистане 1949 г. произошли крупные обвалы и осыпи, а селение Хаит оказалось полностью погребенным под оползнем. Сильное землетрясение в Дагестане мае 1970 г. с магнитудой $M=6.6$ [12] привело большому количеству обвалов в каньоне р. Сулак [13]. В одном из них произошел обвал скального массива над селением Зубутли с человеческими жертвами. Эпицентр землетрясения находился на расстоянии 25 км от населенного пункта. Интенсивность сотрясений земной поверхности в эпицентре составляла 9 баллов по шкале MSK-64, что заставила пересмотреть карту сейсмического районирования территории Дагестана. Интенсивность колебаний земли в с. Гуниб, который находился на расстоянии 77 км от эпицентра землетрясения, составила 6 баллов [12], но крупных обвалов в данном районе не было зарегистрировано.

Сильное землетрясение – достаточно редкое явление даже весьма активном регионе как Кавказ [16]. На рис. 6 показана карта эпицентров землетрясений за небольшой период 2015–2020 гг., зарегистрированных в радиусе 150 от с. Гуниб. В прошлом веке вгустонаселенном районе Дагестана произошло три землетрясения, Дагестанское, Буйнакское и Кизилюртовское, приведшие к разрушениям в населенных пунктах. Эти землетрясения произошли в предгорном районе на пересечении нескольких глубинных разломов. Относительно сильные землетрясения происходят также на протяжении горной цепи Главного Кавказского хребта. Центральная часть Дагестана характеризуется слабой сейсмичностью, ограниченной магнитудой $M \leq 5,0-5,4$. В эту зону попадает и Гунибский район. Однако в 2017 г. здесь произошло землетрясение $M=5,4$ на эпицентральной расстоянии 20 км от Гуниба и глубиной очага 15 км. Из этого следует, что здесь может произойти и сильное землетрясение, которое будет сопровождаться обвальными процессами.

По карте сейсмического районирования ОСР97-С весь район Дагестана относится 10 бальной зоне. Это означает, что в любом месте может произойти землетрясение силой 10 баллов за период 5 тыс. лет, которое будет сопровождаться обвальными и другими негативными процессами, например, обрушение исследуемого массива, нависающего над Гунибом, приведет к катастрофическим процессам с человеческими жертвами.

За последние 3 года в Гунибском районе в зоне каньона р. Кара-Койсу произошло два крупных обвала на крутых склонах гор. Природа механизма этих обвалов пока мало изучена. Обвальный процесс принадлежит к динамическим явлениям, протекающим в нелинейных диссипативных системах. Из широкого круга исследований диссипативных систем известно, что на стадии неустойчивого равновесия усиливается влияние триггерных эффектов, приводящих к динамической неустойчивости [15–20]. Вопрос о пороге внешнего воздействия, достаточного для ускорения процесса неустойчивого равновесия, остается открытым.

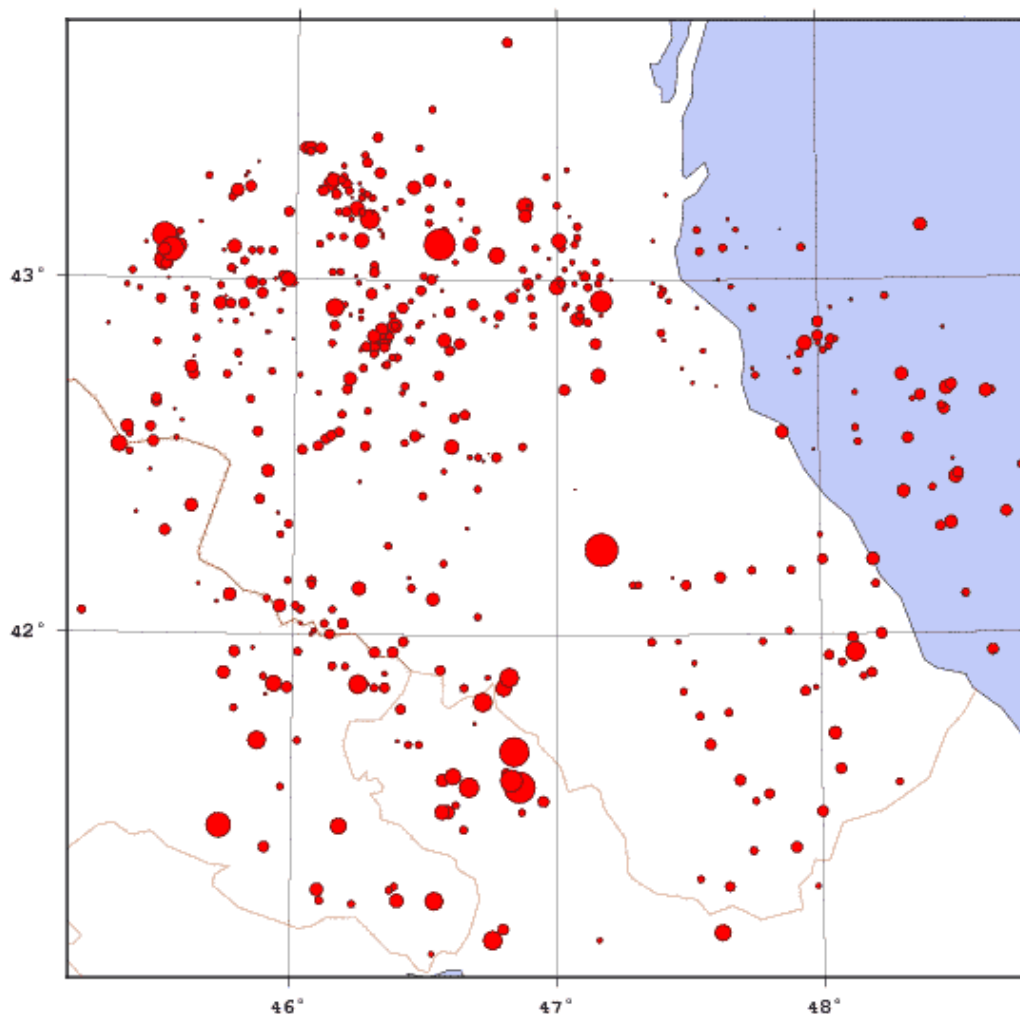


Рис. 6. Ката эпицентров землетрясений в интервале магнитуд 3,0–5,4, зарегистрированных в радиусе 150 км от с. Гуниб [www.gsras.ru/new/ssd_news.htm#].

Гуниб расположен в центре квадрата

Внешними факторами триггерного воздействия могут служить климатические аномалии, проливные дожди, колебания умеренных близких или удаленных сильных землетрясений. Известно, что сильные землетрясения магнитудой $M=9$ вызывают возникновение медленных волн Релея и Лява, способных несколько раз обегать вокруг земного шара [21]. Волны Релея вызывают смещение частиц земной поверхности по вертикали, а Лява – по горизонтали. Периоды колеблются от нескольких секунд до нескольких десятков секунд [22]. Амплитуды смещения могут достигать до 1 см. Поверхностные волны вызывают покачивание высотных зданий амплитудой до 0,5 м, оползни, обвалы на горных склонах, возникновение трещин в грунтах, обрывы телефонных и электрических линий. Исследования авторов [23] показывают, что поверхностные волны от сильных землетрясений на земном шаре способны влиять на сейсмический режим Камчатского региона. Наблюдалось увеличение сейсмической активности, как отклик на сильное землетрясение магнитудой $M \geq 7,5$. Из этих данных следует, что землетрясения с максимально возможной магнитудой $M \geq 8,5-9,0$ и выше, произошедшие на расстоянии 1000 км и более могут вызвать обвальные процессы в массивах горных пород, находящихся в условиях неустойчивого равновесия.

За небольшой период сейсмометрических наблюдений на скале были зарегистрированы колебания землетрясения, произошедшего 15.09.2020 г. на Главном Кавказском хребте магни-

тудой $M=3,6$ координатами эпицентра: $42,39^\circ$ с.ш., $46,49^\circ$ в.д. Эпицентр землетрясения находился от Гуниба на расстоянии 43 км. Глубина очага – 15 км [24]. Данная запись землетрясения приведена на рис. 7.

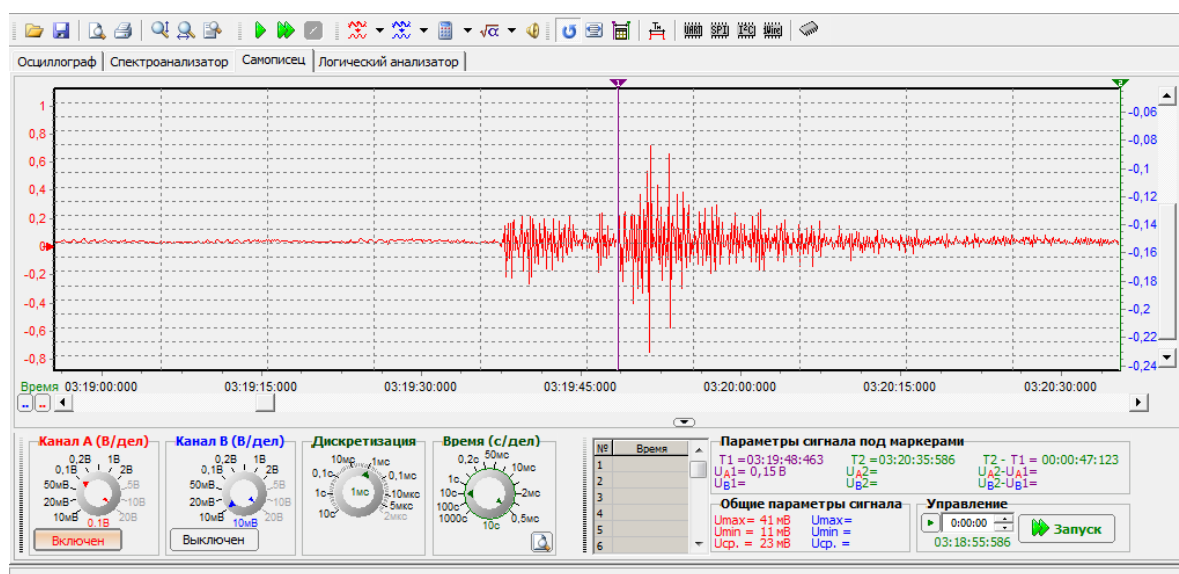


Рис. 7. Сейсмограмма землетрясения 15.09.2020 г.

На сейсмограмме выделяются две волны, вначале продольная V_p продолжительностью 12 с максимальной амплитудой 15,6 мкм и поперечная V_s с большей амплитудой (57 мкм) и продолжительностью 20 с. На рис. 7 вступление поперечной волны отмечено вертикальным маркером. Периоды колебаний обеих волн находятся в пределах $T=1,8-2,2$ с. Сравнение периодов колебаний землетрясения и собственных скалы ($T=0,87$ с) показывает, что они не совпадают по фазе. Поэтому на записи землетрясения нет аномальных резонансных колебаний, связанных с частотой собственных колебаний.

По многочисленным записям период колебаний афтершоков Дагестанского землетрясения лежит в пределах 0,33–1,25 с [14]. Из этого видно, что периоды колебаний, зарегистрированного нами землетрясения выходят за рамки эпицентральных записей. Однако отдельные периоды эпицентральных записей совпадают с периодом собственных колебаний исследуемого массива горных пород и может вызвать резонансный эффект.

В итоге следует отметить, что проведенные эпизодические наблюдения на скальном массиве не позволяют определить его спектральные временные характеристики, связанные с динамикой неустойчивого состояния под воздействием внешних факторов. Для этого необходимо продолжить работы в этом направлении, как в аппаратурном, так и методического характера.

В заключении хотелось выразить свою благодарность местному жителю Гуниба Магомедову Сурхаю Ахмедхановичу за помощь, оказанную им в проведении полевых работ.

Выводы

1. Изучены кинематические параметры скального массива, находящегося в условиях неустойчивого равновесия. Установлено, что микросейсмы штормовых циклонов в океане периодом 14–15 с вызывают возникновение модулированных собственных колебаний массива периодом 0,87 с, максимальной амплитудой 0,8 мкм.

2. При возбуждении упругих колебаний броском камня весом 5 кг в трещину, отделяющую исследуемый скальный массив от основного массива, состоящего из крепких известняковых пород, зарегистрированы затухающие колебания частотой 68–79 Гц максимальной амплитудой 28 мкм. Наблюдается также медленное отклонение записи от первоначального положения.

ния на 8 мкм и периодом 0,8 с, не связанного с периодом собственных колебаний сейсмометра (5 с). По величине период отклонения записи 0,8 с сравним с периодом собственных колебаний скалы 0,87 с, вызванных штормовыми микросейсмами в океане.

3. На карте сейсмического районирования ОСР 97-С потенциально обвальный скальный массив над населенным пунктом Гуниб (Дагестан) расположен в 10 бальной зоне. Это означает, что в любом месте на территории Дагестана может произойти землетрясение интенсивностью колебаний земли 10 баллов по 12 бальной шкале MSK-64 в течение периода 5 тыс. лет. Такой силы землетрясение в радиусе 50 км окажет триггерное воздействие обрушения скалы, которое трудно предсказать, так как в настоящее время надежного прогноза землетрясения не существует. Также не существует прогноза обвального процесса от триггерного процесса колебаний поверхностных волн Релея и Лява, возникаемых от удаленных мегаземлетрясений $M = 8,5-9,0$.

4. Для прогнозирования обрушения скального массива на стадии развития геологических и метеорологических факторов необходимо изучить его динамические характеристики методами геофизического и геодезического мониторинга.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310201-9.

Литература

1. Зайцев А.С., Костюков Е.А. Инженерная сейсморазведка и сейсмометрия конструкций зданий и сооружений // Инженерные изыскания. - 2012. - №11. - С. 16-19. ISSN 1997-8650
2. Рогозин Н.А., Федотов А.С. Возможности обработки многоканальных сейсморазведочных данных // Инженерные изыскания. - 2012. - №11. - С. 29-34. ISSN 1997-8650
3. Садовский Е.Ф., Кирнос Д.П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. – М.: Изд-во. техн. - теор. лит-ры. – 1955. – 544 с.
4. Burtin A., Novius N., Turowski JM. Seismic monitoring of torrential and fluvial processes // Earth surface Dynamics. – 2016. –Т. 4. – Р. 285–307. <https://doi.org/10.5194/esurf-4-285-2016>
5. Dietze M., Krautblatter N., Illien L., Novius N. Seismic constraints on rock damaging related to a failing mountain peak: the Hochvogel, Allgau // Earth Surface Processes and Landforms. – 2021. – Т. 46. – No. 2. – Р. 417–429. <https://doi.org/10.1002/esp.5034>
6. Гармский геофизический полигон. – М.: Наука. – ИФЗ РАН. – 1990. – 239 с.
7. Longuet Higgins M.S. // Trans. Phil. Roy. Soc. - 1950. - V.243A. - P. 35.
8. Табулевич В.Н., Пономарев Е.А., Сорокин А.Г., Дреннова Н.Н. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2001. – №2. – С. 235–244.
9. Потапов В.А., Табулевич В.Н., Черных Е.Н. // Геология и геофизика. - 1997. - Т. 38. - №8. - С.1411—1419.
10. Табулевич В.Н. Микросейсмические колебания в анизотропной среде // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. – 1970. - № 9. - С. 72-75.
11. Овчаренко А.В., Беликов В.Т., Баландин Д.В. и др. комплексный GNSS-мониторинг деформаций высотных сооружений башенного типа // Инженерные изыскания. – 2012. -№7. - С. 38–45.
12. Арефьев С.С. Эпицентральные сейсмологические исследования. – М.: ИКЦ «Академкнига». – 2003. -374 с.
13. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана. М.: «Школа». – 1998. – 380 с.
14. Шебалин Н.В. Сильные землетрясения. М.: Изд-во академии горных наук. – 1997. – 338 с. 12.seme.gsras.ru/ssd_newshtm
15. Hill D.P. Dynamic Stress, Coulomb failure, and remote triggering. В Seismol. Soc. Am. – 2008.- V.98(1). – Р. 66–91.
16. Ott E. Chaos in Dinamic System/ Cambridge University Press. – 2002. – Р. 478.

17. Gomberg J., Davis S. Stress/strain changes and triggered seismicity following the M_w 7.3 Landers, California, earthquake // *J. Geophys. Res.* – 1996.- V. 101. – P. 751–764.
18. Nikolaev A.V., Nikolaev V.A. Earth tides triggering of Continental Earthquakes // *Seismological Press. Beijing.* – 1993. – P. 319–327.
19. Sohlz C.H. The mechanics of earthquakes and faulting. Cambridge University Press. – 1990. – P. 439.
20. Sobolev G., Spetzler H., Kozlov A., Chelidze T. An experimental study of triggered stick-slip // *PAGEOPH.* – 1993. – V. 140. – N. 1. – P. 79–94.
21. Рихтер Ч. Элементарная сейсмология. – 1963. – 670 с.
22. Дубянский А.И., Зайцев С.В., Силкин К.Ю. Поверхностные волны сейсмических событий в условиях Воронежского кристаллического массива // *Вестник Воронеж. гос.ун-та. Сер. Геофизика.* – Воронеж. – 2005. - №1. – С.221–225.
23. Соболев Г.А., Закржевская Н.А. К вопросу о влиянии удаленных землетрясений на сейсмичность // *Физика Земли.* – 2013. - №4. – С. 29–42.
24. www.gsras.ru/new/ssd_news.htm#

УДК 550.34.06.013.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-57-65

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МИГРАЦИИ МАКСИМУМОВ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА С СОПРЕДЕЛЬНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ЗА 1971 – 2020 ГГ.

Мусаев М.А.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Дагестанский государственный университет народного хозяйства

В течение трех десятилетий после разрушительного Дагестанского землетрясения 1970 г. сейсмическая активность на территории Дагестанского клина была очень высокой. Затем следующие два десятилетия сейсмическая активность здесь резко снизилась. Представлены пять карт изолиний сейсмической активности территории Дагестана с сопредельными территориями за 1971 – 2020 гг. по десятилетиям.

Ключевые слова: сейсмичность, миграция максимумов, сейсмической активности, энергетический класс, карта эпицентров землетрясений, карта изолиний.

VISUALIZATION OF THE MIGRATION OF SEISMIC ACTIVITY MAXIMA ON THE TERRITORY OF DAGESTAN WITH ADJACENT TERRITORIES FOR 1971-2020

Musaev M.A.

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

Dagestan State University of National Economy

For three decades after the devastating Dagestan earthquake of 1970, seismic activity in the Dagestan Wedge was very high. Then, for the next two decades, seismic activity here declined sharply. Five maps of isolines of seismic activity of the territory of Dagestan with adjacent territories for 1971-2020 by ten years are presented

Keywords: seismicity, migration of maxima, seismic activity, energy class, map of earthquake epicenters, map of isolines.

В Дагестане на реке Сулак построен и продолжает строиться целый каскад ГЭС, среди них такие крупные как Чиркейская и Ирганайская ГЭС. Поэтому понятно постоянное повышенное внимание к этому и прилегающему ему районам, которые известны рядом очень сильных землетрясений, произошедшими в недалеком прошлом и относительным «сейсмическим затишьем» в последние десятилетия.

Для визуализации миграции максимумов сейсмической активности на территории Дагестана с сопредельными территориями в данной работе карты сейсмической активности A_{10} рассчитывались по десятилетиям за период с 1971 по 2020 гг.

Как объект исследования был выбран район, ограниченный координатами $41,15^\circ - 44,0^\circ$ с.ш. и $45,0^\circ - 49,0^\circ$ в.д., включающий в себя Дагестан и прилегающие территории Чечни, Грузии и Азербайджана. Исходными данными являлись каталоги ИОЦ ГС РАН и ДФ ФИЦ ЕГС РАН за период 1971– 2020 гг. Использованный каталог землетрясений характеризуется уровнем представительности энергетического класса $K_{\min} = 7$ за последние десять лет и $K_{\min} = 8$ – за более ранние десятилетия.

На территории исследуемого района за указанный период зарегистрировано порядка 14000 землетрясений с энергетическим классом $K \geq 8$, из них 171 – сильных землетрясения с классом $K \geq 12$. Карта пространственного распределения эпицентров землетрясений с энергетическим классом $K \geq 12$ представлена на рис. 1. Для этого создана компьютерная программа, которая по каталогу землетрясений, заданному в MSExcel, рисует на карте, выведенной на экран монитора компьютера, положения эпицентров землетрясений.

В ходе исследования исходный каталог был разбит по десятилетиям на пять подкаталогов и для каждого из которых вычислялась матрица A_{10} . Для построения карты сейсмической активности исследуемая территория была разбита на равные прямоугольные площадки размерами $0,1^\circ$ по широте и $0,2^\circ$ по долготе (размеры площадки примерно 11 км на 16,5 км).

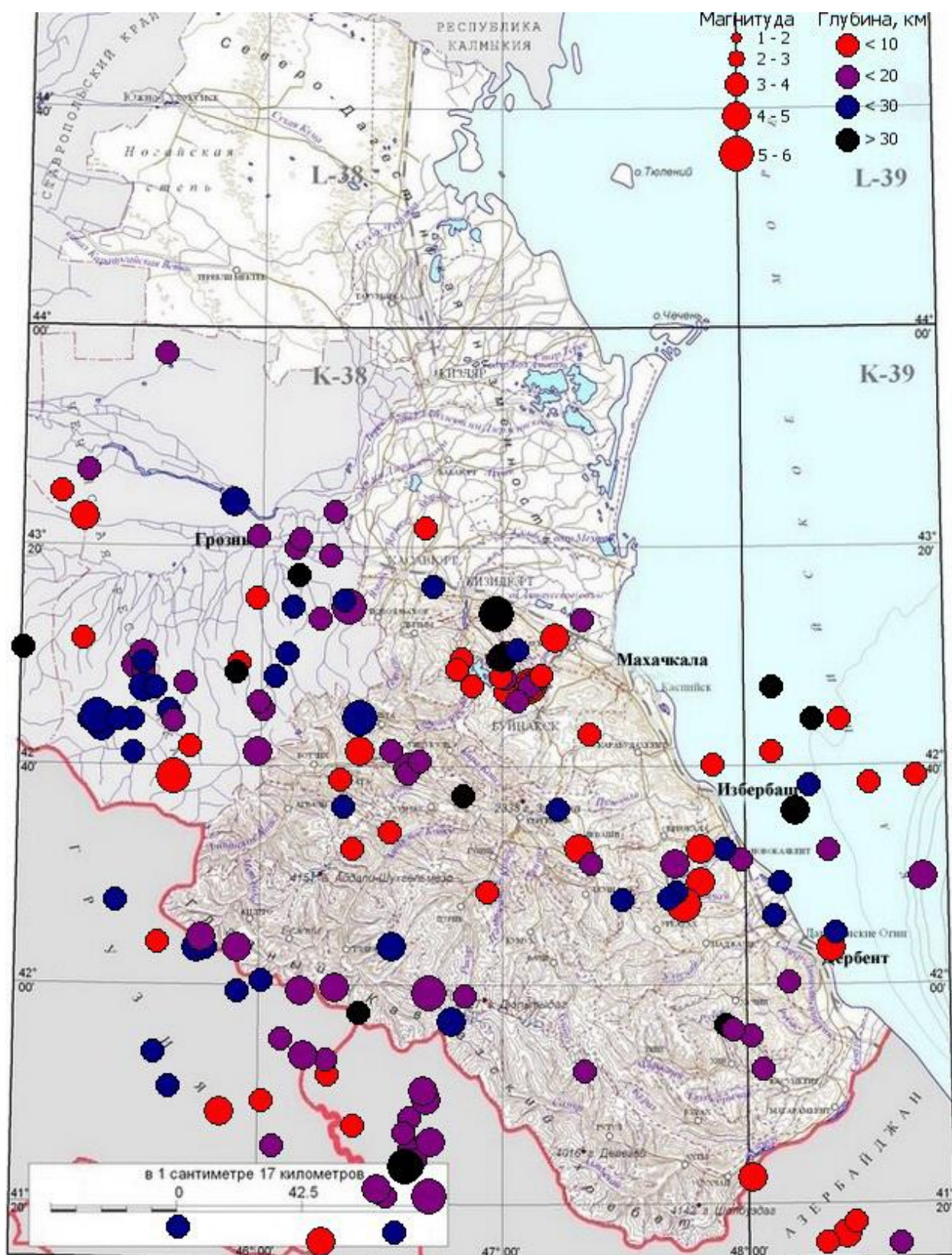


Рис. 1. Карта пространственного распределения эпицентров землетрясений энергетического класса $K \geq 12$, произошедших на исследуемой территории за период 1971 – 2020 гг.

Значение сейсмической активности A_{10} вычислялось по известной формуле [1-5]:

$$A_{10} = \frac{S_0 \cdot T_0}{S \cdot T} \cdot \frac{\sum_{K_{\min}}^{K_{\max}} 10^{\gamma(K-10)} \cdot N_K}{K_{\max} - K_{\min} + 1} \quad (1)$$

где γ – наклон графика повторяемости; S_0 – единица нормирования по площади ($S_0 = 1000$ км²); T_0 – единица времени ($T_0 = 1$ год); S – площадь выбранных площадок (в нашем случае: $S = 180$ км²); T – период наблюдения землетрясений (в нашем случае: $T = 10$ лет).

Для каждой площадки находилось N_K – число землетрясений энергетического класса K , где $K = \lg E$, (E – энергия землетрясения в Дж), произошедших на этой площадке за период наблюдения $T=10$ лет и проводилось суммирование от минимального энергетического класса K_{\min} до максимального K_{\max} по формуле (1). Для расчета карты сейсмической активности по формуле (1) разработана программа на Delphi. Вычисленное значение A_{10} приписывалось центру вышеуказанных площадок. Полученные, таким образом, карты сейсмической активности рассматриваемой территории по десятилетиям приведены на рисунках 2 (а-д).

Также, в результате работы программы на выходе получается таблица с координатами центров площадок и значениями A_{10} (матрица A_{10}). Используя матрицу A_{10} , с помощью программы SURFER были построены пять карт изолиний сейсмической активности исследуемой территории, которые представлены на рисунках 3 (а-д).

Как видно из этих рисунков: в период 1971 – 1980 гг. максимум сейсмической активности наблюдался на территории Дагестана (Дагестанский клин) и ниже максимум – на территории Восточного Азербайджана.

В следующее десятилетие, в период с 1981 – 1990 гг. максимум – на территории западной Чечни, ниже максимум – в прибрежной части Каспийского моря и ещё ниже – на территории Дагестанского клина.

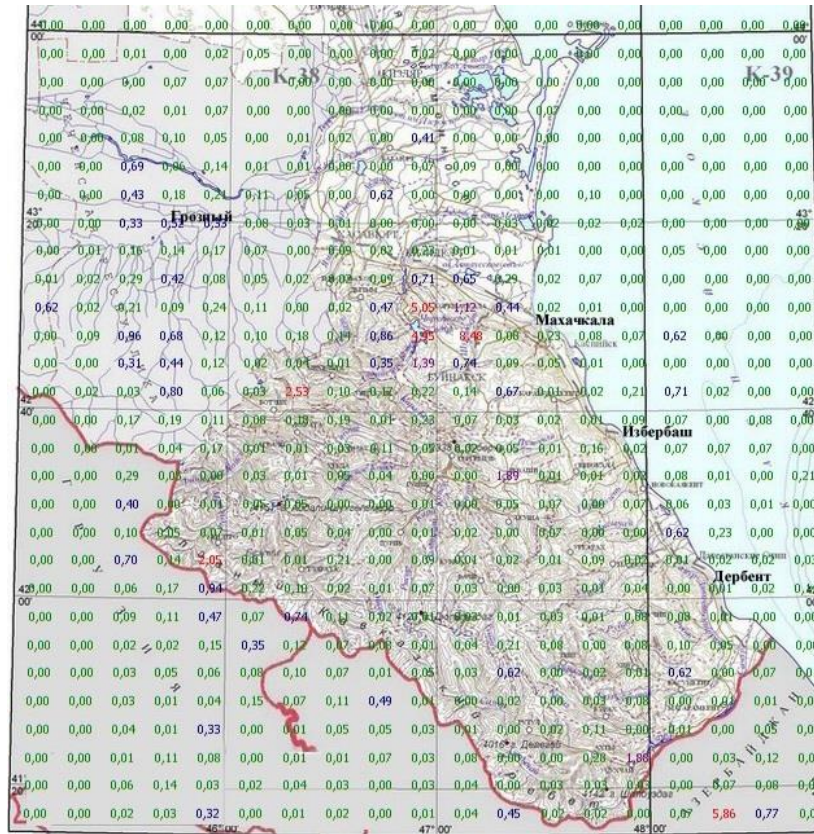
В период с 1991 – 2000 гг. максимум сейсмической активности вернулся в Дагестан (территория Дагестанского клина).

В следующее десятилетие с 2001 – 2010 гг. максимум сейсмичности имел место на территории Чечни (Курчалоевский район) на границе с Дагестаном.

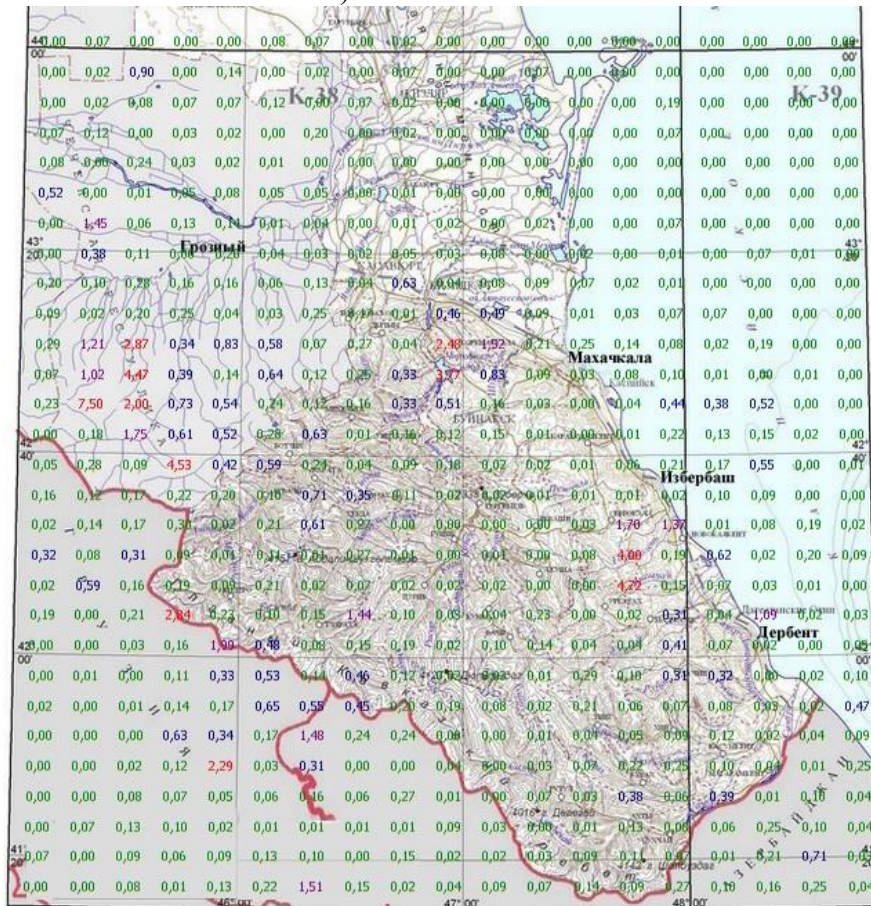
И в последнее десятилетие, в период с 2011 – 2020 гг. максимум сейсмической активности был на территории Азербайджана (в Закатальском районе) на границе с Дагестаном, ниже максимум – на территории Чечни (Веденский район) и ещё ниже – в горах Центрального Дагестана.

Были также подсчитаны суммарные энергии землетрясений, произошедших на территории Дагестанского клина, включающий Сулакский каскад ГЭС, по указанным выше десятилетиям. На рисунке 4 приведены полученные данные в виде графика изменения по десятилетиям, и также виден заметный спад сейсмичности в последние два десятилетия.

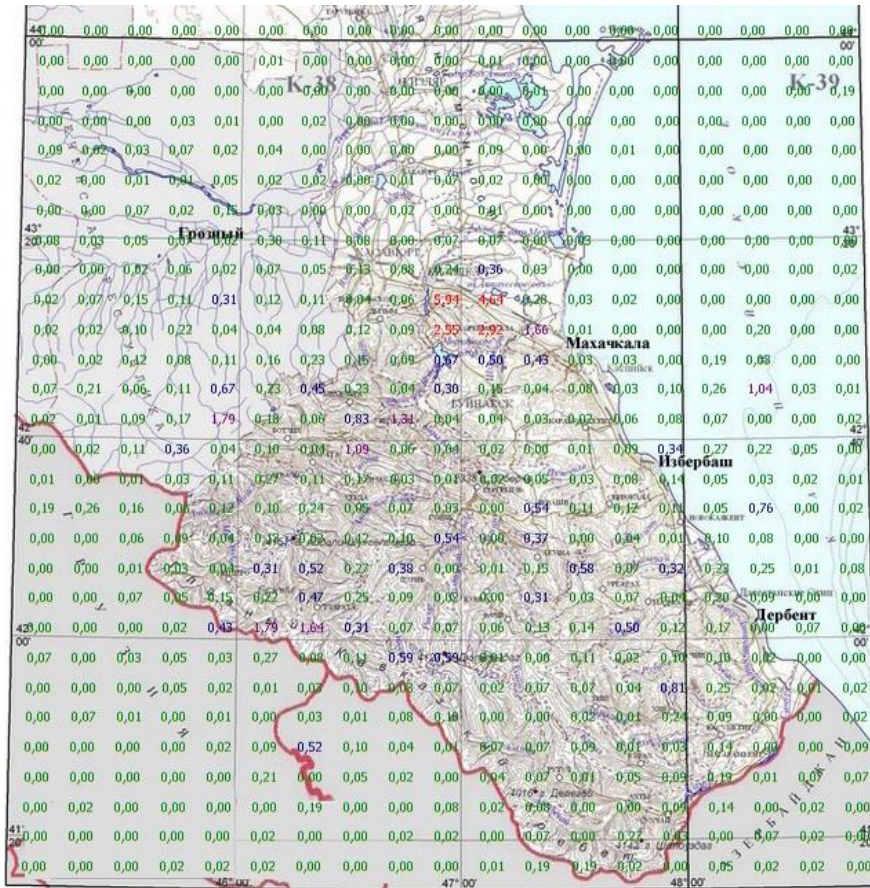
Автор [7] исследуя временное распределения сильных землетрясений ($M \geq 3,8$), приуроченную к области сочленения Сулакского выступа с Капчугайским грабеном по Чиркей-Экибулакскому глубинному разлому, наблюдает аналогичное снижение сейсмичности.



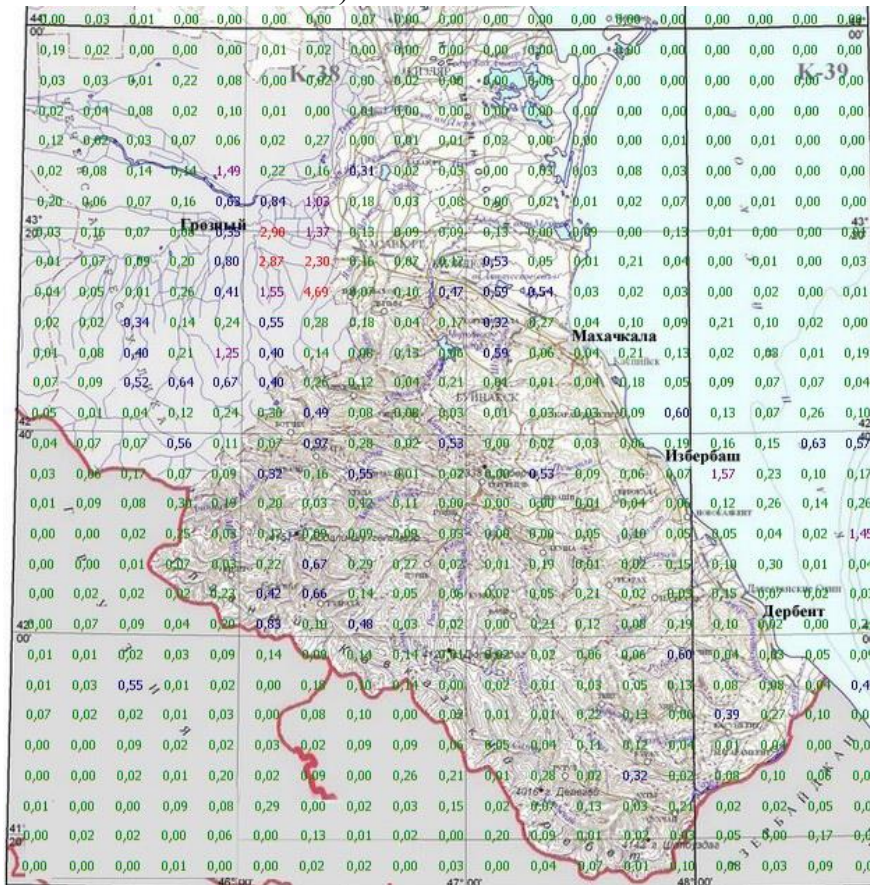
а) 1971 – 1980 гг.



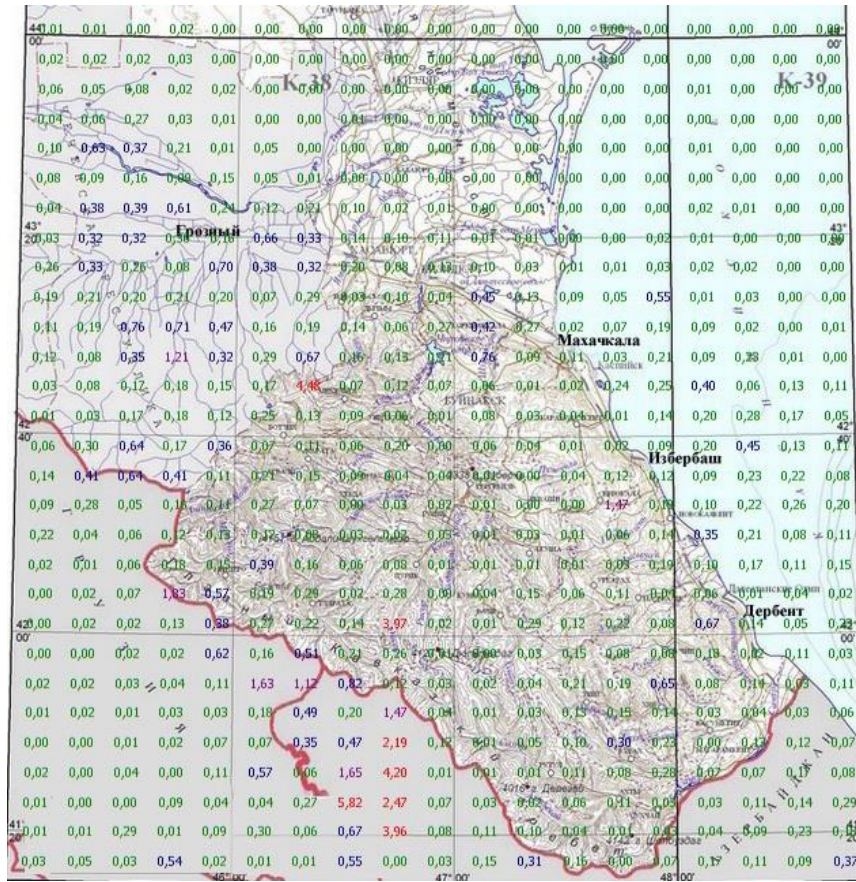
б) 1981 – 1990 гг.



в) 1991 – 2000 гг.

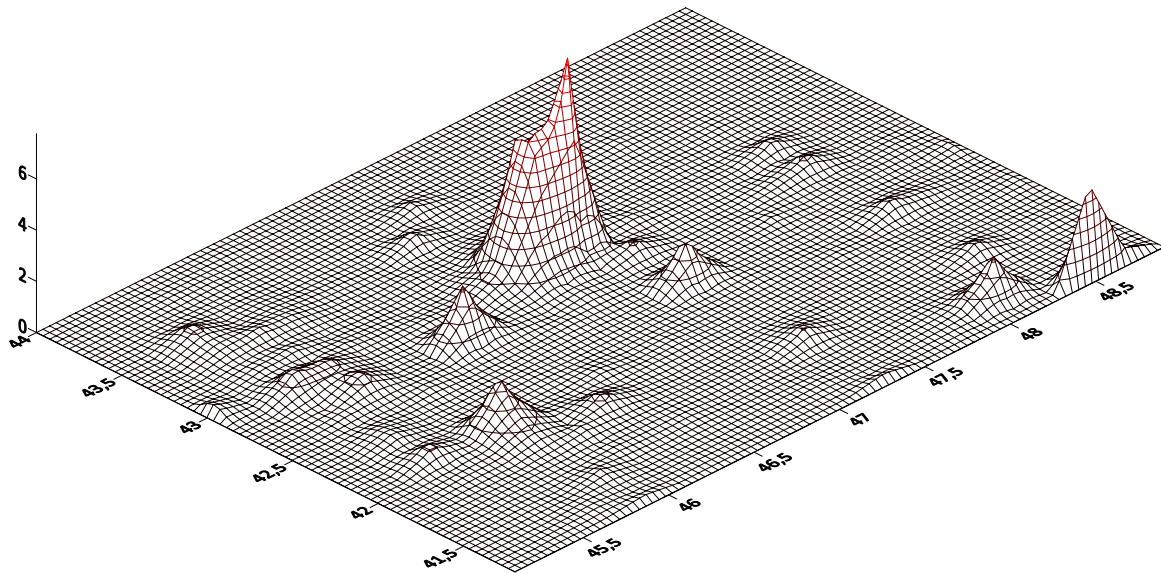


г) 2001 – 2010 гг.

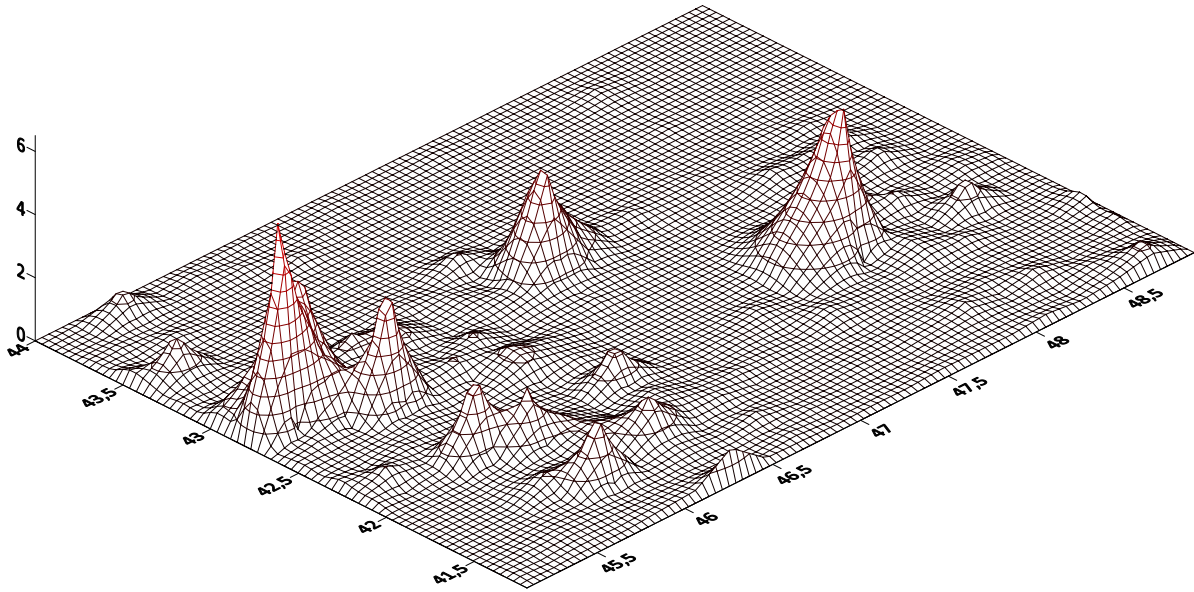


д) 2011 – 2020 гг.

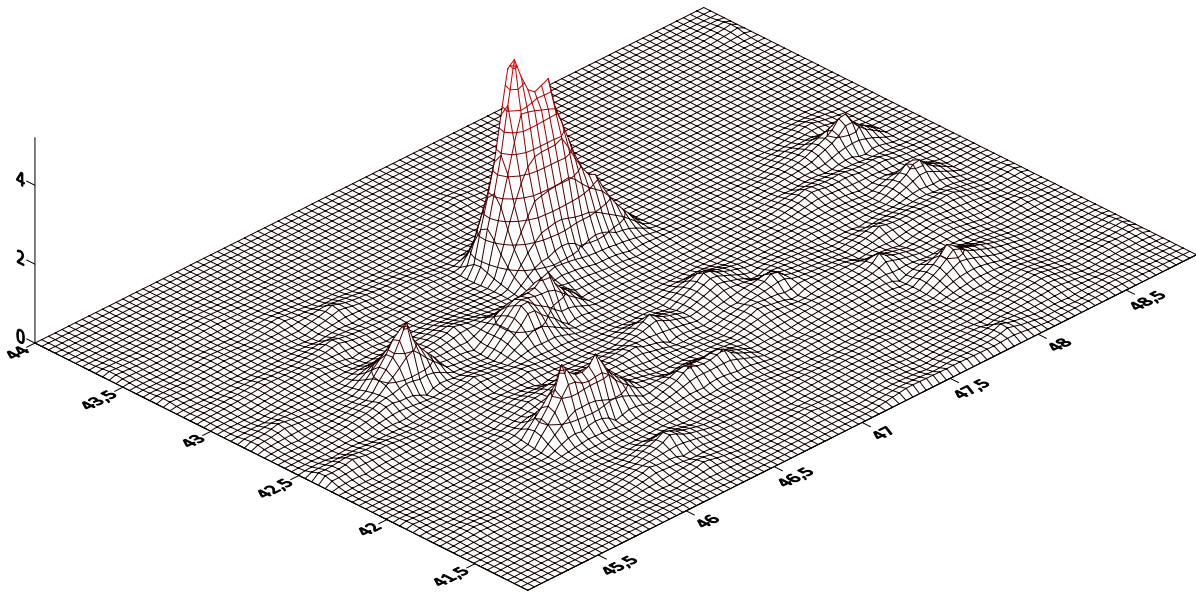
Рис. 2 (а–д). Карты сейсмической активности A_{10} исследуемой территории по десятилетиям



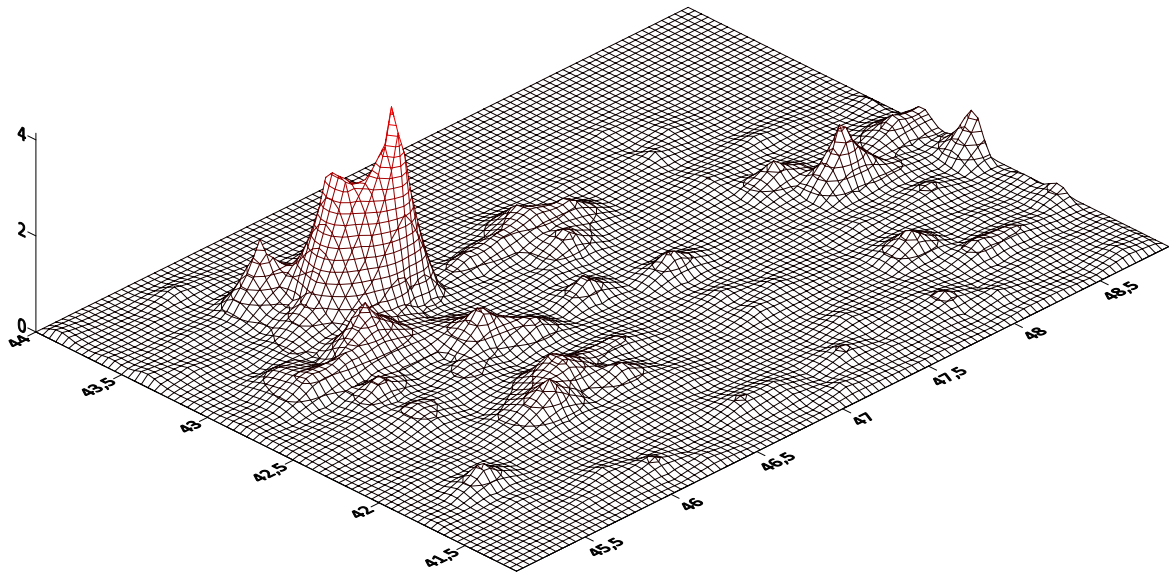
а) 1971 – 1980 гг.



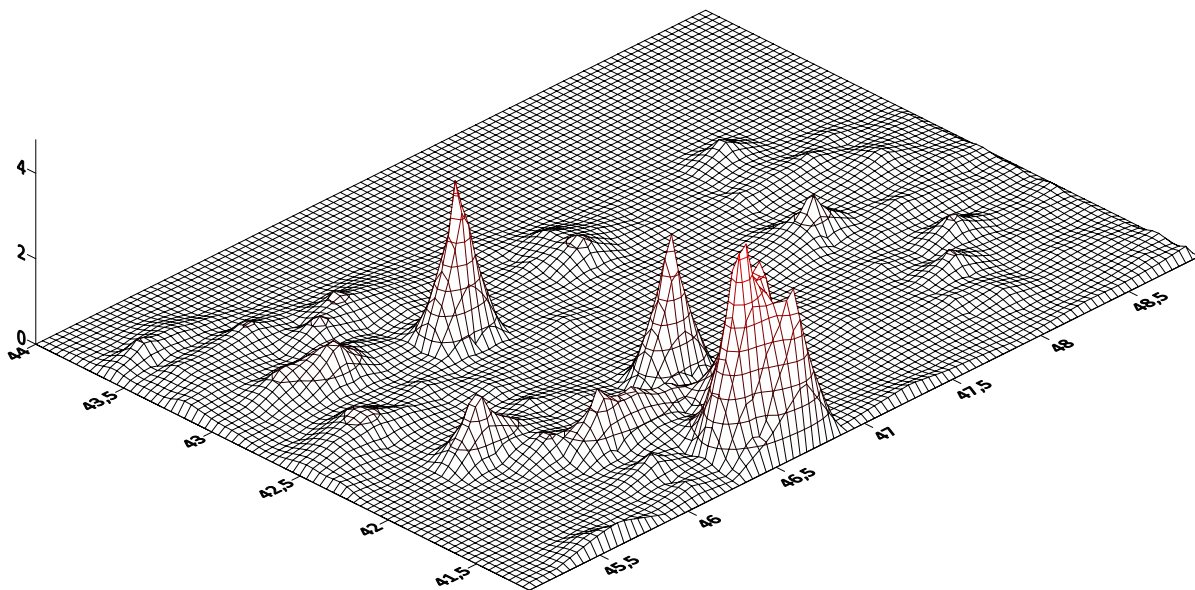
б) 1981 – 1990 гг.



в) 1991 – 2000 гг.



г) 2001 – 2010 гг.



д) 2011 – 2020 гг.

Рис. 3 (а-д). Карты изолиний сейсмической активности A_{10} исследуемой территории по десятилетиям.



Рис. 4. Суммарные энергии землетрясений, произошедших на территории Дагестанского клина, по десятилетиям

Выводы

Визуализация миграции максимумов сейсмической активности на территории Дагестана с сопредельными территориями за 1971 – 2020 гг. демонстрирует существенное затишье сейсмической активности территории Дагестанского клина в последние два десятилетия. Что ожидается здесь в ближайшее время ...?

Работа выполнена по госзаданию Института геологии ДФИЦ РАН № НИОКТР АААА-А17-117021310201-9.

Литература

1. Бунэ В.И. Сейсмический режим Вахшского района Таджикской ССР. Душанбе: АН Тадж. ССР. 1965. С. 71–128.
2. Ризниченко Ю.В. Сейсмическая активность территории СССР. М.: Наука. 1979. 192 с.
3. Асманов О.А., Арефьев С.С., Мусаев М.А., Дейнега А.Г. Некоторые вопросы сейсмичности Дагестана. Сб. «Сейсмический режим территории Дагестана», ИГ Даг. ФАН СССР, № 1 (13), 1977, С. 21–30.
4. Арефьев С.С., Асманов О.А., Дейнега А.Г., Мусаев М.А., Шебалин Н.В. Количественные характеристики сейсмичности Дагестана // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Сейсмология, геология, геофизика. М.: Наука, 1980. С. 10–17.
5. Мусаев М.А. Пространственно-временные вариации распределения сейсмичности на территории Дагестана с сопредельными территориями за 2006 – 2019 гг. // Тр. Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1 (80). С. 70–76. DOI: 10.33580/2541-9684-2020-64-1-70-76.
6. Магомедов Р.А., Мамаев С.А. Некоторые результаты исследований геотектонических условий современной сейсмичности Восточного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2019. Том 9. № 1. С. 29-42.

DOI: 10.23671/VNC.2019.1.26786.

УДК 550.34.01

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-66-71

ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ ДАГЕСТАНА И ПРИГРНИЧНЫХ РАЙОНОВ ЗА 1970 - 2020 г.г.

*Асманов О.А., Асекова З.О.**Дагестанский филиал ФИЦ “Единая Геофизическая служба РАН”, г. Махачкала, Россия*

Приводится обзорное описание сейсмичности территории Дагестана и прилегающих районов в период с 1970 г. до 2020 г. Рассматриваются землетрясения с магнитудами $M_s \geq 4,5$ с описанием их основных параметров для сейсмоактивных зон изучаемой территории.

Ключевые слова: макросейсмические данные, гипоцентр землетрясения, эпицентральная зона.

REVIEW OF THE SEISMICITY OF DAGESTAN AND BOARD REGIONS FOR 1970 – 2020

*Asmanov O.A., Asekova Z. O.**Dagestan Branch, Federal Research Center “Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences”, Makhachkala, Russia*

An overview description of the seismicity of the territory of Dagestan and adjacent areas in the period from 1970 to 2020 is given. Earthquakes with magnitudes $M_s \geq 4.5$ are considered with a description of their main parameters for seismically active zones of the studied territory.

Keywords: macroseismic data, earthquake hypocenter, epicentral zone.

В Дагестане с 14 мая 1970 года успешно работает сеть сейсмических станций, которая регистрирует землетрясения на территории Дагестана и прилегающих районов. В результате обработки сейсмических данных за 1970-2020 гг. были определены основные параметры 28 948 землетрясений разных энергетических классов. На рис. 1 приведена карта эпицентров сейсмических событий с энергией выше 10-го энергетического класса (ЭЖ) для рассматриваемой территории в период с 1970 г. до 2020 г. Расчеты показывают, что около 40 % из всех, зарегистрированных землетрясений, локализованы в очаговой зоне Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 г.

По результатам сейсмических наблюдений ежегодно составляются каталоги сейсмических событий для рассматриваемой территории. Нами была сделана выборка землетрясений с магнитудами $M_s \geq 4,5$ с описанием их основных параметров для сейсмоактивных зон изучаемой территории.

Дагестанский клин.

Наибольшее количество региональных землетрясений с макросейсмическими проявлениями были зарегистрированы в центральной части Дагестана. Наиболее сильными из них являются землетрясения 14 мая 1970 года. В результате двухпоследовательных землетрясений было разрушено 11 и сильно повреждено 257 населённых пунктов. Заметные повреждения наблюдались примерно на 25% территории Республики: в 16 сельских районах и нескольких городах (Буйнакск, Кизилюрт, Хасавюрт, Махачкала, Каспийск), где проживает более 50% населения Дагестана. В результате землетрясения без крова осталось около 45000 человек [5,6,7]. Главное сейсмическое событие состояло из двух, почти одновременных и одинаковых по силе толчков в 18 ч.12 мин. и в 18 ч.14 мин. по Гринвичу. За 9 часов до этого землетрясения был зафиксирован форшок в 9 ч. 20 мин. Основные параметры форшока составляют: $\varphi = 43,00$ N, $\lambda = 47,20$ E, $h = 17$ км, $M_s = 5,7$ и $I_0 = 7-8$ баллов. Основные параметры главного землетрясения (18 ч.12 мин. и в 18 ч.14 мин) $\varphi = 43,00$ N, $\lambda = 47,90$ E, $h = 13$ км, $M_s = 6,6$, $I_0 = 9$ баллов [5]. Наиболее сильные афтершоки: в 18 ч.15 мин. с $M_s = 5,5$, $I_0 = 8$ баллов [8], 17 мая в 06 ч.49 мин. с $M_s =$

5,2, $I_0 = 7$ баллов [8], 3 июня 1972 г. в 17 ч.26 мин. с $M_s = 4,5$, $I_0 = 6$ баллов (район строительства Чиркейской ГЭС) [9], 23 декабря 1974 г. в 05 ч.22 мин. с $M_s = 5,0$, $I_0 = 7$ баллов [10] (эпицентр землетрясения расположен в центральной части плато Салатау, которое находится в пределах Хадумского Купола). 9 января 1975 г. в 23 ч. 09 мин. было зарегистрировано землетрясение вблизи г. Буйнакск. параметры гипоцентра: $\varphi = 42,880$ N, $\lambda = 47,150$ E, $h = 8$ км, $M_s = 5,3$, $I_0 = 8$ баллов. В Буйнакском районе [11] 31 января 1999 г. в 05 ч.07 мин. произошло землетрясение с $M_s = 5,6$. Основные параметры гипоцентра: $\varphi = 43,110$ N, $\lambda = 47,000$ E, $I_0 = 7$ баллов [12].

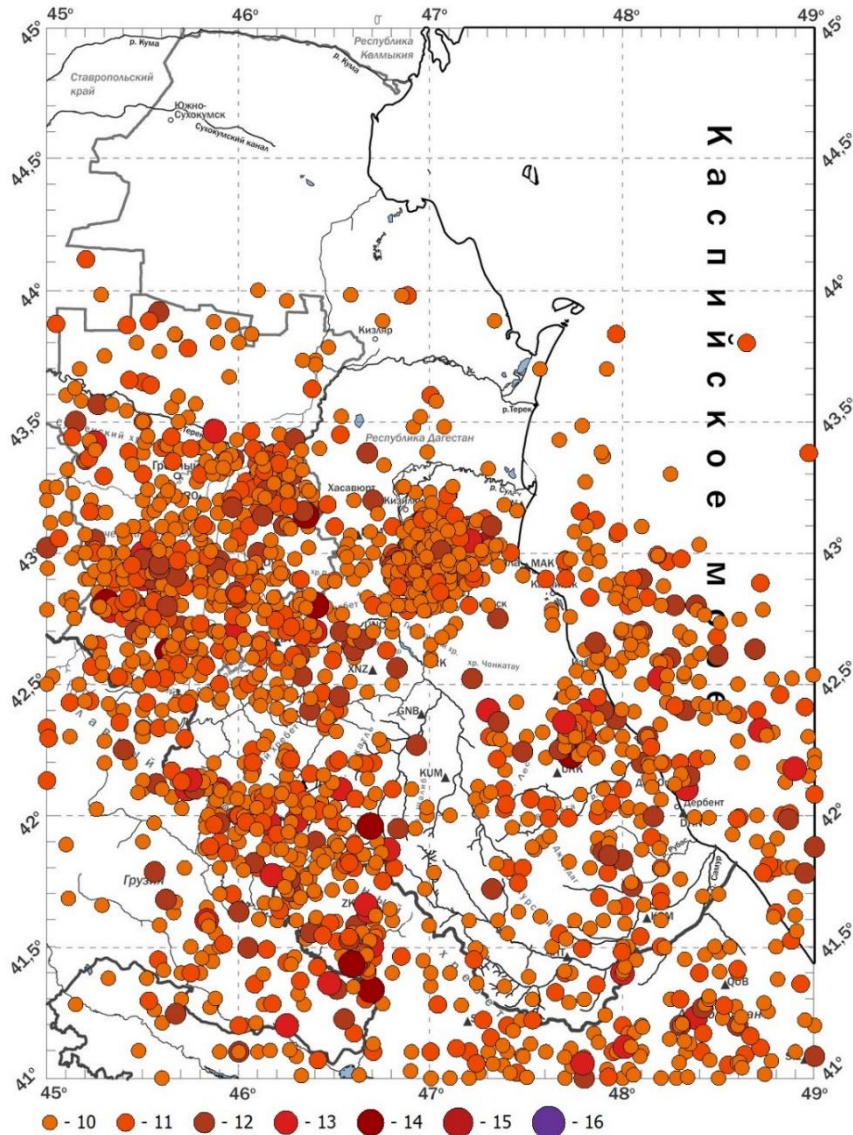


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений выше 10-го ЭК за период 1970-2020 гг.

Сергокалинский район.

3 мая 1988 г. в 09 ч.15 мин. произошло землетрясение в Сергокалинском и Каякентском районах. Его гипоцентр имеет параметры: $\varphi = 42,320$ N, $\lambda = 47,70$ E, $h = 10$ км с $M_s = 4,9$, $I_0 = 7$ баллов. Макросейсмическое описание этого землетрясения приведено в статье [13]. Спустя 25 лет в этом районе вновь произошло землетрясение 16 апреля 2013 г. в 12 ч. 26 мин. с $M_s = 4.8$. Параметры гипоцентра: $\varphi = 42,36$ N, $\lambda = 47,70$ E, $h = 12$ км, $I_0 = 6$ баллов [14].

Горный Дагестан.

13 ноября 1974 г. в 02 ч. 36 мин. произошло землетрясение с $M_s = 4,7$. Его гипоцентр имеет параметры: $\varphi = 42,68$ N, $\lambda = 46,55$ E, $h = 7$ км с, $I_0 = 7$ баллов вблизи селения Килятль Гумбетовского района. Макросейсмическая информация по данному землетрясению приведена в статье [15]. Спустя 18 лет в этом районе вновь произошло землетрясение 15 февраля 1992 г. в 12 ч. 52 мин. с $M_s = 4,7$, $h = 6$ км, $I_0 = 7$ баллов. Координаты его эпицентра составляют: $\varphi = 42,65$ N, $\lambda = 46,65$ E (рядом с селением Тлох) [16]. Через 24 года в этом районе вновь произошло землетрясение 13 мая 2016 г. в 21 ч. 17 мин. с $M_s = 5,2$, $h = 48$ км, $I_0 = 5$ баллов вблизи селения Мехельта. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,80$ N, $\lambda = 46,40$ E. Макросейсмическое описание этого землетрясения приведено в статье [17].

Главный (водораздельный) хребет.

4 августа в 15 ч. 06 мин. произошло землетрясение в Цунтинском районе, вблизи селения Бежта с $M_s = 5,2$, $I_0 = 6 - 7$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,20$ N, $\lambda = 45,93$ E. Макросейсмическое описание этого землетрясения приведено в статье [18].

26 мая 1978 г. в 13 ч. 00 мин. произошло землетрясение с $M_s = 5,0$ в Тляртинском районе на территории приграничной с Грузией и Азербайджаном. Основные параметры гипоцентра: $\varphi = 41,910$ N, $\lambda = 46,480$ E, $h = 50$ км, $I_0 = 6$ баллов [19]. Спустя 16 лет в Тляртинском районе произошло землетрясение 17 апреля 1994 г. в 08 ч. 02 мин. с $M_s = 4,8$, $h = 10$ км, $I_0 = 5-6$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,08$ N, $\lambda = 46,00$ E [21]. Спустя 19 лет произошло землетрясение в Цунтинском районе вблизи селения Мехельта 17 сентября 2013 г. в 04 ч. 09 мин. с $M_s = 4,9$, $h = 14$ км, $I_0 = 6$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,14$ N, $\lambda = 45,75$ E [20].

Южный Дагестан.

20 октября 1975 г. в 03 ч. 19 мин. произошло землетрясение в Сулейманстальском районе с $M_s = 4,6$, $h = 9$ км, $I_0 = 6$ баллов вблизи селений Кабир, Икра и Кутул. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,60$ N, $\lambda = 48,00$ E. [1]. Спустя более 40 лет 3 мая 2017 г. в 08 ч. 52 мин. в Чародинском районе, вблизи селения Цуриб произошло землетрясение с $M_s = 5,3$, $h = 26$ км, $I_0 = 5-6$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,10$ N, $\lambda = 46,70$ E [24]. В том же году произошло землетрясение в Хивском районе – 7 декабря 2017 г. в 05 ч. 23 мин. с $M_s = 4,5$, $h = 14$ км, $I_0 = 5-6$ баллов. Координаты эпицентра: $\varphi = 41,86$ N, $\lambda = 46,83$ E [23].

Прибрежная зона Каспийского моря.

14 декабря в 14 ч. 12 мин. в акватории Каспийского моря близ города Дербент произошло землетрясение с $M_s = 5,0$. Параметры его гипоцентра: $\varphi = 42,00$ N, $\lambda = 48,45$ E, $h = 70$ км, $I_0 = 5$ [1].

11 сентября 2006 г. в 02 ч. 23 мин. поблизости селения Новокаякент Каякентского района произошло землетрясение с $M_s = 4,6$, $h = 9$ км, $I_0 = 5-6$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,420$ N, $\lambda = 48,110$ E [25].

11 января 2007 г. в 03 ч. 58 мин. вблизи города Дагестанские огни произошло землетрясение с $M_s = 4,9$, $h = 23$ км, $I_0 = 5-6$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,27$ N, $\lambda = 48,39$ E [26].

14 июля 1977 г. вблизи селения Дургели Карабудахкентского района было зафиксировано землетрясение с $M_s = 4,5$, $h = 8$ км, $I_0 = 6$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,670$ N, $\lambda = 47,280$ E [27].

Чеченская приграничная с Дагестаном сейсмоактивная зона.

28 июля 1976 г. в 20 ч. 17 мин. произошло сильное землетрясение вблизи селений Чажи-чу, Орехово, Бамут, Шалиджи, Рошничу в Ачхой-Мартановском районе с $M_s = 6,4$, $h = 25$ км, $I_0 = 8$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 43,06$ N, $\lambda = 45,27$ E [28].

12 мая 1981 г. в 17 ч. 43 мин. зарегистрировано землетрясение вблизи селения Махкеты Шатойского района с $M_s = 4,7$, $h = 40$ км, $I_0 = 5-6$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,920$ N, $\lambda = 45,710$ E [29].

4 марта 1984 г. в 10 ч. 01 мин. произошло землетрясение с $M_s = 4,7$, $h = 25$ км, $I_0 = 6$ баллов в Ачхой-Мартановском районе, вблизи селений Чожи-Чу, Геху-Чу, Харсенной, Ушколой, Итум-Кале. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,92$ N, $\lambda = 45,28$ E, [29].

26 апреля 1984 г. в 22 ч. 36 мин. в Центральной части Чеченской Республики произошло землетрясение с $M_s = 4,7$, $h = 15$ км, $I_0 = 6-7$ в Шалинском районе, вблизи селений Хатуни, Агашты, Мехкеты, Киров-юрт. Координаты его эпицентра: $\varphi = 43,07$ N, $\lambda = 45,87$ E [29].

3 августа 1989 г. в 07 ч. 42 мин. было зафиксировано землетрясение в Грозненском районе вблизи селения Горагорский с $M_s = 5,0$, $h = 13$ км, $I_0 = 7$ баллов. Координаты его эпицентра: $\varphi = 43,49$ N, $\lambda = 45,23$ E [30].

11 октября 2008 г. в 09 ч. 06 мин. произошло землетрясение в Курчалойском районе вблизи селений Курчалой, Майртуп, Бачи-юрт с $M_s = 5,7$, $h = 12$ км, $I_0 = 7-8$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 43,22$ N, $\lambda = 46,19$ E [31].

Грузинская приграничная с Дагестаном и Азербайджаном сейсмоактивная зона.

23 февраля 1981 г. в 04 ч. 06 мин. произошло землетрясение в Лагодехском районе вблизи селения Гавази с $M_s = 4,9$, $h = 10$ км, $I_0 = 7$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,82$ N, $\lambda = 45,98$ E [32].

4 июля 1985 г. в 05 ч. 08 мин. зафиксировано землетрясение в Ахметском районе вблизи селений Напареули, Сабуе, Саниоре с $M_s = 4,8$, $h = 25$ км, $I_0 = 5-6$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,13$ N, $\lambda = 45,60$ E [29].

23 октября 1992 г. в 23 ч. 19 мин. имело место крупное землетрясение в Гудамакарском ущелье в Душетском районе, вблизи селений Барисахо, Апшомакарта, Пасанауры с $M_s = 6,3$, $h = 30$ км, $I_0 = 7$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 42,58$ N, $\lambda = 45,10$ E [33].

27 ноября 1997 г. в 17 ч. 37 мин. произошло землетрясение в Сагореджекском районе вблизи селения Хашни с $M_s = 5,3$, $h = 5$ км, $I_0 = 6-7$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,69$ N, $\lambda = 49,20$ E [34].

Азербайджанская приграничная с Дагестаном сейсмоактивная зона.

3 мая 1982 г. в 04 ч. 10 мин. зафиксировано землетрясение в Шемкирском районе вблизи селений Еникенд, Люксембург с $M_s = 4,6$, $h = 25$ км, $I_0 = 6-7$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,10$ N, $\lambda = 46,00$ E [35].

13 мая 1984 г. в 12 ч. 20 мин. произошло землетрясение в районе Губа вблизи г. Хачмас с $M_s = 4,6$, $h = 9$ км, $I_0 = 5$. Координаты его эпицентра - $\varphi = 41,60$ N, $\lambda = 48,90$ E [29].

1 июня 2003 г. в 06 ч. 09 мин. произошло землетрясение в районе Губа вблизи селений Аных, Лаза с $M_s = 4,6$, $h = 9$ км, $I_0 = 5$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,25$ N, $\lambda = 48,27$ E [22].

7 мая 2012 г. в 04 ч. 40 мин. произошло сильное землетрясение в Закатальском районе вблизи селений Гымир, Чабангол, Халатала, Мухах с $M_s = 5,7$, $h = 10$ км, $I_0 = 7-8$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,480$ N, $\lambda = 46,740$ E [36].

14 октября 2012 г. в 10 ч. 13 мин. произошло землетрясение в Белаканском районе вблизи селений Халатала, Шариф, Талалар с $M_s = 5,6$, $h = 7$ км, $I_0 = 7$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 43,66$ N, $\lambda = 46,39$ E [37].

5 июня 2018 г. в 18 ч. 40 мин. произошло землетрясение в Закатальском районе в северо-западном Азербайджане вблизи селений Мухах, Гюллюк, Закаталы с $M_s = 5,5$, $h = 12$ км, $I_0 = 6$. Координаты его эпицентра: $\varphi = 41,500$ N, $\lambda = 46,670$ E [38].

На протяжении более 50 лет (1970-2020 гг.) выполнен значительный объем работ по изучению сейсмичности после неожиданной реализации девятибалльного землетрясения 14 мая 1970 года. В 1970 году ИФЗ АН СССР направил в эпицентральную зону Дагестанского земле-

трясения сейсмическую экспедицию, которая проводила регистрацию повторных толчков. Это позволило впервые в Дагестане достаточно детально изучить эпицентральною зону. Наряду с этим сотрудники лаборатории сейсмологии Института физики ДФ АН СССР создали пять региональных станций. Впоследствии на базе сейсмологической лаборатории в 1979 г. была организована Опытно-методическая партия, которая провела большую работу по расширению сети сейсмических станций для регистрации местных землетрясений Дагестана и прилегающих районов. Это позволило достаточно детально изучить некоторые сейсмоактивные районы, выделить отдельные эпицентральною зоны, в ряде случаев уверенно связать проявленную сейсмичность с геологическим строением и тектонической деятельностью. Приводимые выше данные базируются на имеющихся инструментальных и макросейсмических данных за 51 летний период наблюдений.

Литература

1. Общий каталог землетрясений на территории Дагестана (макросейсмические, инструментальные данные о землетрясениях за период с VII века нашей эры до 2005 года). Махачкала: «Эпоха», 2007. 393 с.
2. Амиров С.Р., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Сагателoa Е.Ю., Павличенко И.Н. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2006 – 2015 гг. // Махачкала. Фонды ДФ ГС РАН. 2007-2016.
3. Адilов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателoa Е.Ю., Павличенко И.Н. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2016 – 2017 гг. // Махачкала. Фонды ДФ ГС РАН. 2018-2019.
4. Адilов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателoa Е.Ю., Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2018 – 2019 гг. // Махачкала. Фонды ДФ ГС РАН. 2020.
5. Шебалин Н.В., Быстрицкая Ю.В., Левкович Р.А., Ревелис И.Л. Сейсмическое микрорайонирование г. Махачкалы. Махачкала, 1970. С.146-159.
6. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. М.: «Наука», 1980. 220 с.
7. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. М.: «Наука», 1981. 226 с.
8. Шебалин Н.В., Крестников В.Н., Рустанович Д.Н., Штейнберг В.В., Ананьин И.В., Асманов О.А., Быстрицкая Ю.В., Вандышева Н.В., Кулиев Ф.Г., Левкович Р.А., Плетнёв К.Г., Широкова Е.И. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. // Землетрясения в СССР в 1970 г. М.: «Наука», 1973. С. 28-49.
9. Асманов О.А., Идармачев Ш.Г., Левкович Р.А. Чиркейское землетрясение 8 июня 1972 г. // Бюллетень сети сейсмических станций Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1974. С. 205-209.
10. Асманов О.А., Арефьев С.С., Идармачев Ш.Г., Каспаров С.А., Крамынин П.И., Левкович Р.А., Щукин В.Н. Салатауское землетрясение 23 декабря 1974 года в Дагестане. // Землетрясение в СССР в 1975 г. М.: «Наука», 1978. С.43-52.
11. Левкович Р.А., Асманов О.А., Крамынин П.И., Мусалаева З.А., Гамидова А.М. Буйнакское землетрясение 9 января 1975 г. // Сейсмический бюллетень Кавказа 1975 г. Тбилиси: Мецниереба, 1977. С. 171-192.
12. Асманов О.А., Амиров С.Р., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М. Осокина А.Ш, Гапсатарова И.П. Кизилюртовское землетрясение 31 января 1999 г. с $M=5,5$; $I_0=7$ б. // Землетрясения в Северной Евразии в 1999 г. Обнинск: ФOP, 2005. С. 254-263.
13. Асманов О.А., Гаджиев С.О., Левкович Р.А. Кичи-Гамринское землетрясение 3 мая 1988 г. // Землетрясения в СССР в 1988 г. М.: «Наука», 1990. С. 48-52.
14. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Мирзалиев М.М., Магомедов Х.Д. Макросейсмические проявления Кичи-Гамринского землетрясения 16 апреля 2013 г. с $M = 4,8$. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы восьмой международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 32-35.
15. Асманов О.А., Арефьев С.С., Каспаров С.А., Левкович Р.А., Щукин В.И. Киятлинское землетрясение 13 ноября 1974 г. в Дагестане. // Землетрясения в СССР в 1975 г. М. «Наука», 1978. С. 36-42.
16. Асманов О.А., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М. Тлохское землетрясение 15 февраля 1992 года. // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. М.: «Наука», 1978. С. 36-42.
17. Асманов О.А., Адilов З.А. Сейсмичность Центрального Дагестана в 2016 г. // Геология и ресурсы Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. №3 (70). 2017. С. 45-55.

18. Асманов О.А., Арефьев С.С., Идармачев Ш.Г., Кахиани Л.А., Левкович Р.А., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В. Бежтинское землетрясение 4 августа 1974 г. // Землетрясения в СССР в 1975 г. М.: «Наука», 1978. С. 31-35.
19. Папалашвили В.Г., Кулиев Ф.Т., Левкович Р.А., Агамирзоев Р.А. Тляринское землетрясение 26 мая 1978 г. // Сейсмологический бюллетень Кавказа. 1979 г. Тбилиси: «Мецниереба», 1982. С. 209-214.
20. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Грузино-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. ($M=4,9$), $I_0=6$. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2014. С. 54-57.
21. Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Асманов О.А., Мирзалиев М.М. Дагестан. // Землетрясения Северной Евразии в 1994 г. М.: ОИФЗ РАН, 2000. С. 21-23.
22. Михайлова Р.С. Каталог землетрясений Северной Евразии с $K \geq 12$. // Землетрясения Северной Евразии в 2003 г. Обнинск: ГС РАН, 2009. С. 29-43.
23. Адилов З.А., Асманов О.А. Ляхлинское землетрясение 07.12.2017 г. с $K_p=12$ ($M_s=4,5$). Дагестан. // Современные методы обработки интерпретации сейсмологических данных. Материалы XIII Международной сейсмологической школы. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. С. 26-29.
24. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Ашурбеков З.И. Цурибское землетрясение 3 мая 2017 г. на территории Дагестана. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XII Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2017. С. 29-32.
25. Пономарёва Н.Л., Габсатарова И.П. Новокаякентское землетрясение 11 сентября 2006 г. с $K_p=12,3$ ($M_s=3,9$), $I_0=5-6$. // Землетрясения Северной Евразии в 2006 г. Обнинск: ГС РАН, 2012. С. 394-401.
26. Абдуллаева А.Р., Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А. Дагестан. // Землетрясения Северной Евразии в 2007 г. Обнинск. ГС РАН, 2013. С. 95-99.
27. Асманов О.А., Гамидова А.М., Левкович Р.А. Дургелинское землетрясение 14 июля 1977 г. в Дагестане. // Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана. № 3 (21). Махачкала, 1979. С.3-10.
28. Левкович Р.А., Крамынин П.И., Дейнега А.Г., Арефьев С.С. Некоторые результаты эпицентральных наблюдений Черногорского землетрясения 28 июля 1976 г. // Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана. Тр. ИГДФАН СССР №3 (21). Махачкала, 1979. С.61-86.
29. Папалашвили В.Г. Сейсмические условия Кавказа. // Тбилиси: «Мецниереба», 1997. 222 с.
30. Богачкин Б.М., Габсатарова И.П., Захарова А.И., Лякумович Б.А., Новицкая Н.А., Рогожин Е.А., Старовойт О.Е. Землетрясение 03.08.1989 г. на Северном Кавказе. // Землетрясения в СССР в 1989 г. М.: «Наука», 1993. С.32-44.
31. Асманов О.А., Левкович Р.А., Гайсумов М.Я., Керимов И.А., Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Иванова Л.Е., Пономарёва Н.Л., Чепкунас Л.С., Рыжикова М.И. Макросейсмические проявления Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14,5$, $M_s=5,6$, $I_0=7-8$. // Землетрясения Северной Евразии в 2008 г. Обнинск: ГС РАН, 2014. С. 421-432.
32. Папалашвили В.Г., Гоголадзе В.Н., Иоселиани И.С., Махатадзе Л.Н. Гавазское землетрясение 23 февраля 1981 г. // Землетрясения в СССР в 1981 г. // М.: «Наука», 1984. С. 26-30.
33. Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.И., Папалашвили В.Г. Землетрясение 23.10.1992 г. в Гудамакарском ущелье. Землетрясения Северной Евразии в 1992 г. М.: ОИФЗ РАН, 1997. С. 29-36.
34. Мухадзе Т.И., Папалашвили В.Г. Хашимское-IV землетрясение 27.11.1997 г. с $M_s=5,3$, $I_0=7$. // Землетрясения Северной Евразии в 1997 г. Обнинск: ГС РАН, 2003. С.244-250.
35. Агаларова И.Б., Гоцадзе О.Д., Гедахян Э.Г. и др. Землетрясения Кавказа. // Землетрясения в СССР в 1982 г. М.: «Наука», 1986. С.21-22.
36. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Проявления Закатальского землетрясения 7 мая 2012 г. ($K_p=14,4$) на территории Дагестана. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Седьмой Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2012. С. 35-38.
37. Етирмишли Г.Д., Исмаилова С.С., Гаравелиев Э.С., Казимов И.Э. Белоканское землетрясение 14 октября 2012 г. с $M_s=5,6$, $I_0=7$. // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 21. (2012 г.). Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. С.401-407.
38. Асманов О.А., Адилов З.А. Закатальское землетрясение 5 июня 2018 г. с $K_p=14$. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XIV Международной сейсмологической школы. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. С. 14-15.

УДК 550.348.433

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-72-80

СЕЙСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА, АКВАТОРИИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН (ЧЕЧЕНСКАЯ РЕСПУБЛИКА, ГРУЗИЯ И АЗЕРБАЙДЖАН) В 2019 ГОДУ

Павличенко И.Н.

Дагестанский филиал ФИЦ “Единая Геофизическая служба РАН”

В статье представлен сейсмический мониторинг территории Дагестана, акватории Среднего Каспия и приграничных зон (Чеченская республика, Грузия и Азербайджан) в 2019 году. Составлены таблицы распределения землетрясений по классам, глубинам и магнитудам. Построен график повторяемости и составлена карта пространственного распределения произошедших сейсмических событий.

Ключевые слова: сейсмический мониторинг, параметры землетрясений, энергетический класс, магнитуда, глубина землетрясения, координаты землетрясений.

SEISMIC MONITORING OF THE TERRITORY OF DAGESTAN, THE WATERS OF THE MIDDLE CASPIAN SEA AND BORDER ZONES (THE CHECHEN REPUBLIC, GEORGIA AND AZERBAIJAN) IN 2019

Pavlichenko I. N.

Dagestan Branch, Federal Research Center “Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences”

The article presents the seismic monitoring of the territory of Dagestan, the water area of the Middle Caspian Sea and the border zones (the Chechen Republic, Georgia and Azerbaijan) in 2019. Tables of earthquake distribution by class, depth, and magnitude are compiled. A graph of the frequency of occurrence is constructed and a map of the spatial distribution of the seismic events that occurred is compiled.

Keywords: seismic monitoring, earthquake parameters, energy class, magnitude, earthquake depth, earthquake coordinates.

Любое землетрясение на территории любого сейсмоактивного региона все время привлекает к себе внимание сейсмологов. Сейсмические толчки различной сотрясаемости имеют большое значение для выявления картины активности очаговых зон с определением основных параметров землетрясений. Сбор комплексной информации в любом сейсмоактивном регионе нужен для повышения эффективности различных мероприятий, направленных на защиту населения от землетрясений.

Дагестан – один из сейсмически активных регионов, на территории которого регулярно происходят землетрясения различных классов и магнитуды. Сейсмический режим Дагестана – это важная характеристика его сейсмической активности.

Сейсмический мониторинг территории Дагестана, акватории Среднего Каспия и приграничных зон (Чеченская республика, Грузия и Азербайджан) в 2019 году обеспечивали семнадцать сейсмических станций Дагестанского филиала ЕГС РАН. Дополнительно были обработаны записи опорных сейсмических станций: «Махачкала», «Грозный» и «Ведено».

При написании статьи были использованы данные из каталога землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана, приграничные зоны и акватория Среднего Каспия) за 2019 год [1, 2, 3, 4]. Обработка землетрясений была выполнена при помощи программы WSG и программы SEISMO.

По окончании обработки очагов землетрясений был сформирован каталог землетрясений с указанием параметров землетрясений: класс землетрясения, магнитуда, время t_0 , глубина очага. Весь обработанный материал сохранен в базе данных Дагестанского филиала ГС РАН.

Всего за 2019 год в пределах координат $\varphi=41.0^{\circ}-44.0^{\circ}$ с.ш и $\lambda=45.0^{\circ}-49.0^{\circ}$ в.д. было обработано две тысячи пятьсот тридцать семь землетрясений с энергетическим классом ($K_p=5-13$). По сравнению с 2016-2018гг., количество обработанных очагов землетрясений в 2019 году значительно увеличилось, что указывает на возросшую сейсмическую активность.

Распределение количества землетрясений за выбранный период времени представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение количества землетрясений на территории Дагестана, в акватории Среднего Каспия и в приграничных зонах (Чеченская республика, Грузия и Азербайджан) по энергетическим классам K_p и суммарная энергетическая энергия ΣE за 2019 г.

K_p	5	6	7	8	9	10	11	12	13	$\Sigma E 10^{13}$ Дж
N	897	763	594	196	65	15	3	2	2	$2,254 \times 10^{13}$ Дж

Данные из таблицы № 1 указывают на то, что наибольшее количество землетрясений в рассматриваемый период времени было зарегистрировано в пределах $K_p=5-7$. Основной вклад в суммарную выделяющуюся сейсмическую энергию внесли ощутимые толчки $K_p=11-13$. Величина суммарной сейсмической энергии в 2019 году имела следующее значение: $\Sigma E=2,254 \times 10^{13}$ Дж.

С увеличением сейсмических станций (17) на территории Дагестана повысилась и точность в определении параметров регистрируемых очагов. представительным классом для исследуемой территории в 2019 году стал $K_p=7$. Это означает, что наша сейсмическая сеть без пропусков регистрирует землетрясения седьмого класса. При этом толчки низших энергетических классов ($K_p=5-6$) были также зарегистрированы нашими сейсмостанциями на территории Дагестана, в акватории Среднего Каспия и на территориях сопредельных республик.

Для определения частоты повторения сейсмических событий был построен график повторяемости. При построении графика повторяемости были использованы данные из нашего каталога за 2019 год. График повторяемости был построен для землетрясений $K_p=7-13$. Точки на графике повторяемости легли на прямую с минимальным разбросом. Угловой коэффициент получился равным $\gamma=0.455$.

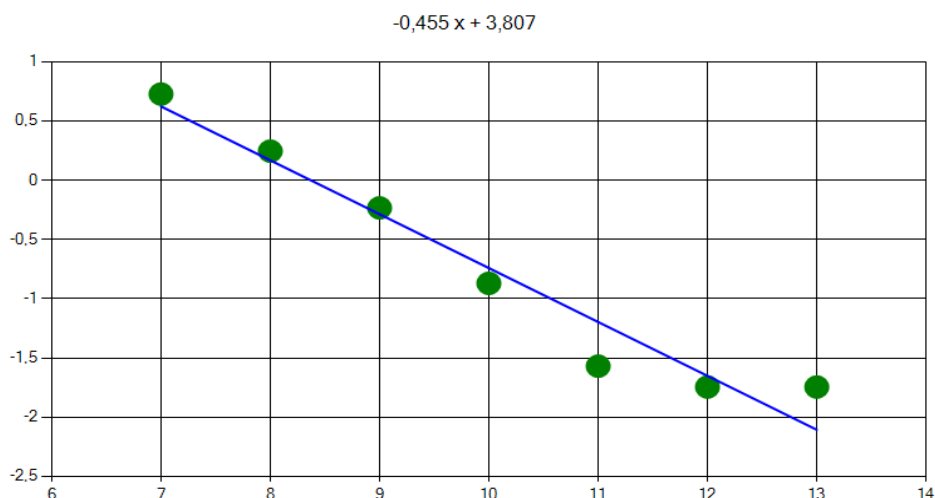


Рис.1. График повторяемости для территории Дагестана, акватории Среднего Каспия и приграничных зон (Чеченская республика, Грузия и Азербайджан) в 2019 году.

Распределение количества землетрясений по глубинам показано в таблице № 2.

Таблица 2.

Распределение числа землетрясений по глубинам для территории Дагестана, акватории Среднего Каспия и приграничных зон (Чеченская республика, Грузия и Азербайджан) в 2019 году

0-5 (км)	5-10 (км)	10-15 (км)	15-20 (км)	20-25 (км)	25-30 (км)	30-35 (км)	35-40 (км)	40-45 (км)	45-50 (км)	<50 (км)
228	1030	450	300	275	71	27	18	2	28	108

Большинство зарегистрированных землетрясений в 2019 году были локализованы в верхнем слое земной коры и имели глубину залегания от 0 до 25 км.

Глубокие очаги (от 50 км и выше) были зафиксированы в акватории Среднего Каспия и в приграничных с Дагестаном зонах. Обозначим некоторые из них:

- 1) 51 очаг с глубиной $h=54$.
- 2) 39 очагов с глубиной $h=60$ км.
- 3) 4 очага с глубиной $h=63$ км.
- 4) 43 очага с глубиной $h=69$ км.
- 5) 2 очага с глубиной $h=75$ км.
- 6) 1 очаг с глубиной $h=86$ км.
- 7) 1 очаг с глубиной $h=88$ км.
- 8) 1 очаг с глубиной $h=99$ км.

Сейсмичность территории Дагестана, акватории Среднего Каспия и приграничных зон иллюстрируют: карта плотности эпицентров землетрясений (рис.2) и карта сейсмической активности A_{10} (рис.3).

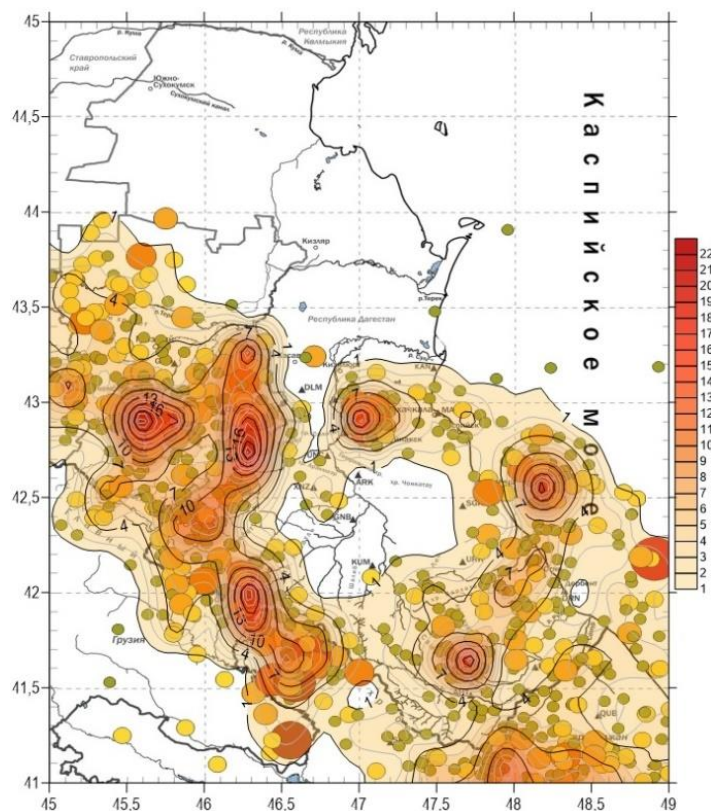


Рис.2. Карта плотности эпицентров землетрясений в 2019 году.

На карте плотности эпицентров землетрясений выделены зоны повышенной локализации сейсмических толчков.

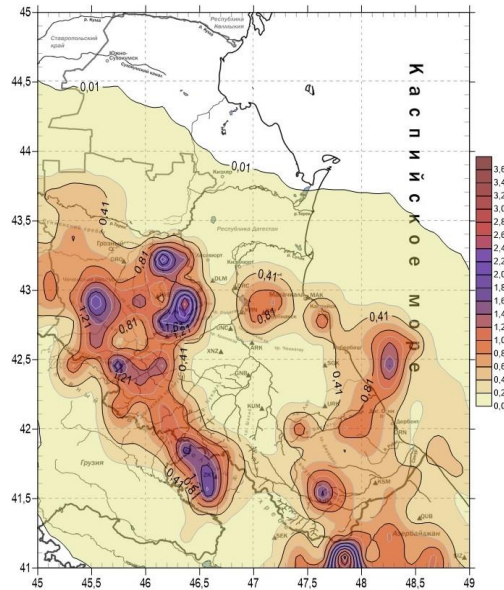


Рис. 3. Карта сейсмической активности A_{10} в 2019 году.

Карта сейсмической активности (A_{10}) дает также представление о распределении плотности эпицентров землетрясений, приведенных к одному энергетическому классу ($K_p=10$); землетрясения были нормированы по площади ($S=107, 226 \text{ км}^2$) и по времени (1 год=2019). Карта активности строилась в единицах A_{10} по методике, разработанной Ю.В. Ризниченко и И.В.Горбуновой [5].

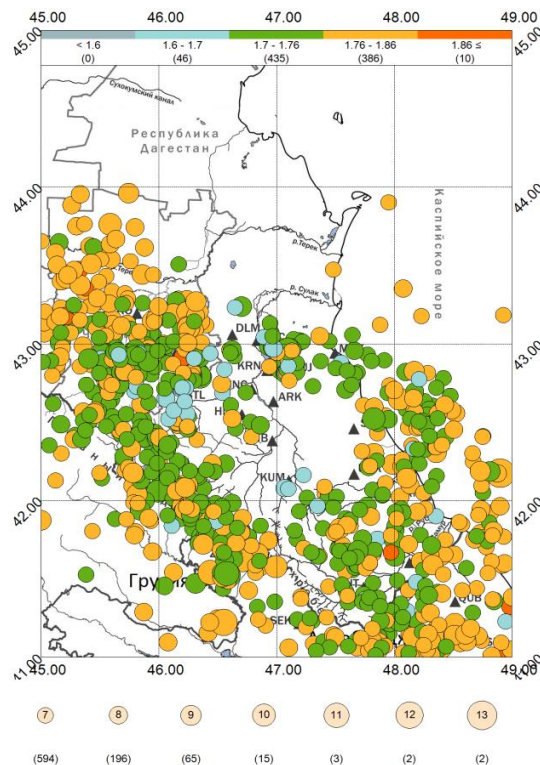


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений на территории Дагестана, в акватории Каспийского моря и на территориях сопредельных с Дагестаном республик за 2019 г.

Рассматривая карту плотности и карту сейсмической активности, можно отметить, что землетрясения покрывают исследуемую территорию не совсем равномерно: особо выделены зоны, в которых было зарегистрировано наибольшее количество толчков различных энергетических классов. Пространственное распределение эпицентров землетрясений в пределах обозначенных координат представлено на рис.4.

Всю территорию Дагестана и смежных зон в пределах рассматриваемых координат ($\varphi=41.0^{\circ}-44.0^{\circ}$ с.ш и $\lambda=45.0^{\circ}-49.0^{\circ}$ в.д.) условно можно разделить на следующие зоны:

- 1) Дагестанский клин и Центральный Дагестан.
- 2) Акватория Среднего Каспия и прибрежная зона.
- 3) Южный Дагестан.
- 4) Граница Дагестан – Грузия.
- 5) Граница Дагестан – Азербайджан.
- 6) Граница Дагестан - Чеченская республика.

Территорию Северного Кавказа пересекает Главный Кавказский хребет и такие активные разломы, как: Срединный, Левантийско-Тбилиско-Аграханский, Черногорский (или Владикавказский), Центрально-Каспийский, Прибрежный, Дербентский, Рубасский, Самурский, Гамри-Озенский. К данным разломам приурочены очаги землетрясений различной балльности. Глубинные разломы представлены на рис.5.

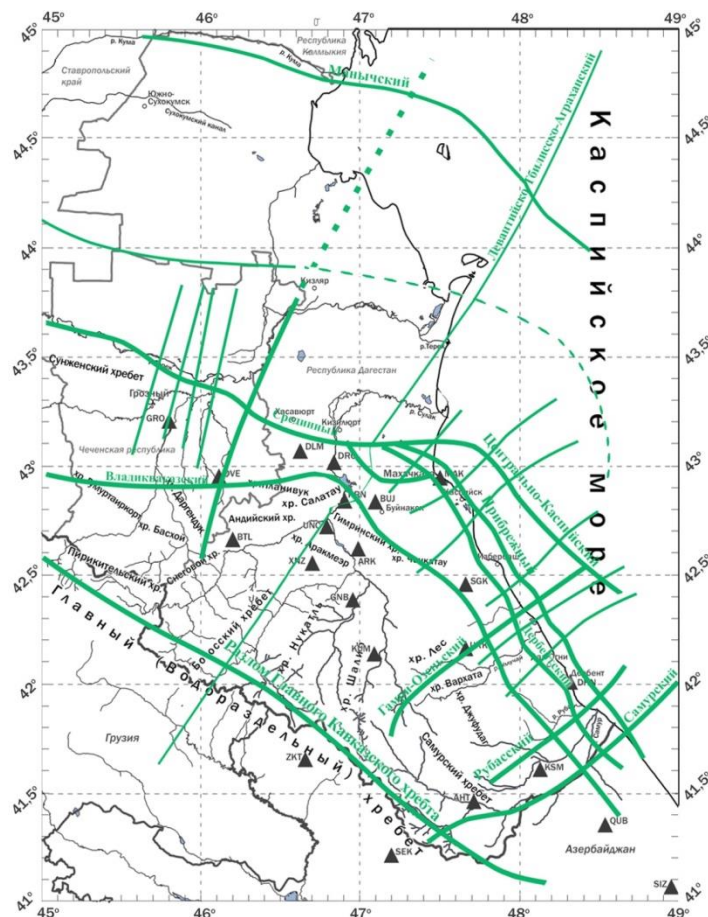


Рис.5. Карта глубинных разломов, пересекающих территорию Дагестана, акваторию Среднего Каспия и приграничные зоны.

Дагестанский клин и Центральный Дагестан характеризуются довольно плотной сейсмичностью. В Дагестанском клине находится так называемый тектонический узел, в районе

которого были зафиксированы землетрясения различной силы (в зонах пересечений Черногогорского (или Владикавказского), Левантийско-Тбилиско-Аграханского и Срединного разломов).

В районе Сулакского каскада ГЭС было зарегистрировано определенное количество очагов землетрясений $K_p=3-8$. Помимо землетрясений маленьких и средних энергетических классов, были зафиксированы толчки более высоких энергетических классов. Обозначим наиболее заметные из них:

1) 17 мая 2019 года восемнадцать сейсмических станций зарегистрировали толчок $K_p=9,77$, $M=3,2$; очаг залегал на глубине $h=9$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.99^\circ$ с.ш и $\lambda=46.98^\circ$ в.д.; $t_0=21-47-29,00$.

2) 24 мая в Буйнакском районе произошло довольно ощутимое землетрясение $K_p=11,3$; $M=4,06$; $t_0=22-34-04,11$; координаты эпицентра $\varphi=42.85^\circ$ с.ш и $\lambda=47.05^\circ$ в.д. Подземные толчки ощущались в Буйнакске, Махачкале и Каспийске. Сведений о пострадавших и о разрушениях не поступало.

3) Чуть позже был зарегистрирован второй толчок, менее слабый, $K_p=6,4$; $M=2,3$; $t_0=22-44-14,75$. Эпицентр находился на глубине $h=24$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.77^\circ$ с.ш и $\lambda=47.10^\circ$ в.д. Подземные толчки ощутили в Буйнакске.

4) 7 сентября на востоке Буйнакского района, недалеко от Чиркейского водохранилища, был локализован толчок $K_p=10,1$; $M=3,4$; $t_0=17-28-53,60$. Очаг залегал на глубине $h=24$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.97^\circ$ с.ш и $\lambda=47.09^\circ$ в.д. Интенсивность сотрясений данного толчка составила порядка 3-х баллов по шкале MSK-64.

5) 4 ноября было зарегистрировано землетрясение $K_p=9,93$; очаг залегал на глубине $h=15$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.52^\circ$ с.ш и $\lambda=47.82^\circ$ в.д., $t_0=15-22-57,51$.

Акватория Среднего Каспия и прибрежная зона. В указанной зоне сетью дагестанских сейсмических станций были зафиксированы и обработаны землетрясения $K_p=8-9$ (11 февраля, 17 февраля, 16 марта, 9 июля, 10 июля, 15 июля, 4 ноября, 9 ноября, 15 ноября, 22 ноября, 28 декабря). Также были зафиксированы и довольно ощутимые сейсмические толчки:

1) В зоне залегания Срединного разлома четырнадцатью сейсмическими станциями 29 апреля был зарегистрирован толчок $K_p=10,09$, $M=3,38$; очаг залегал на глубине $h=60$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.65^\circ$ с.ш и $\lambda=48.04^\circ$ в.д.; $t_0=02-38-32,70$.

2) Еще одно ощутимое и глубокое землетрясение, произошло 7 июня; его зафиксировали 14 сейсмических станций $K_p=12,7$, $M=4,83$; очаг залегал на глубине $h=54$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.17^\circ$ с.ш и $\lambda=48.89^\circ$ в.д.; $t_0=05-27-16,52$.

3) Самый глубокий очаг в обозначенной зоне был локализован 6 октября; $K_p=9,24$; очаг залегал на глубине $h=69$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.18^\circ$ с.ш и $\lambda=48.80^\circ$ в.д., $t_0=01-33-47,48$.

Южный Дагестан. Определенное количество средних и сильных землетрясений было зарегистрировано в Южном Дагестане. Высокая сейсмичность данной территории связана с Самурским, Рубасским, Дербентским и Прибрежным разломами.

1) В I квартале 2019 года поблизости от Уркараха, в зоне пересечения Гамри-Озеньского и Владикавказского разломов, был зарегистрирован и обработан толчок $K_p=8,53$, $M=2,5$; очаг залегал на глубине $h=54$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.23^\circ$ с.ш и $\lambda=47.98^\circ$ в.д.; $t_0=06-04-54,49$.

2) 8 июля в зоне Самурского хребта расположился очаг землетрясения $K_p=8,78$, $M=2,6$; очаг залегал на глубине $h=6$ км; координаты эпицентра $\varphi=41.83^\circ$ с.ш и $\lambda=47.53^\circ$ в.д.; $t_0=05-00-56,57$.

3) В зоне расположения хребта Джуфудаг 24 октября был зафиксирован толчок $K_p=8,16$. Очаг имел глубину $h=15$ км. Эпицентр находился в пределах координат: $\varphi=41.76^\circ$ с.ш и $\lambda=47.73^\circ$ в.д.; $t_0=01-16-39,66$. И в этом же месте 9 декабря было зафиксировано землетрясение $K_p=8,6$, $M=2,5$; очаг залегал на глубине $h=3$ км; координаты эпицентра $\varphi=41.68^\circ$ с.ш и $\lambda=47.69^\circ$ в.д.; $t_0=13-27-08,45$.

4) 31 октября четырнадцатью сейсмическими станциями было зарегистрировано землетрясение $K_p=9,36$ недалеко от селения Касумкент, в зоне расположения Самурского хребта. Очаг землетрясения имел глубину $h=15$ км; координаты эпицентра $\varphi=41.65^\circ$ с.ш и $\lambda=48.00^\circ$ в.д.; $t_0=12-59-00,65$.

5) 14 декабря в зоне расположения Дербентского разлома шестнадцатью сейсмическими станциями был зафиксирован и обработан толчок $K_p=8,96$; $M=2,7$; $t_0=05-55-08,80$. Эпицентр находился на глубине $h=24$ км; координаты эпицентра $\varphi=42.15^\circ$ с.ш и $\lambda=48.10^\circ$ в.д.

Граница Грузия-Дагестан и Грузия-Азербайджан. Территория Грузии входит в состав Средиземноморского сейсмического пояса. Грузию пересекают 24 разлома, которые отличаются друг от друга длиной простирания и глубиной заложения. Сейсмичность Грузии считается высокой: здесь регистрируются землетрясения интенсивностью 9 баллов. Самый крупный разлом – это Левантийско-Тбилиско-Аграханский разлом, который пересекает территорию Грузии и Дагестана. По данным дагестанских сейсмических станций, на границе Грузии с Дагестаном, а точнее в зоне залегания Главного Кавказского хребта, 25 июня 2019 года 16-ю с/станциями был локализован толчок $K_p=9,6$; время в очаге - $t_0=17-42-20,97$; магнитуда $M=3,1$; глубина залегания очага составила $h=18$ км; координаты эпицентра - $\varphi=42.10^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.23^\circ$ в.д.

7 апреля в нескольких километрах от грузинской границы, в Гахском районе Азербайджана, 14-ю дагестанскими сейсмическими станциями был зафиксирован и обработан довольно ощутимый толчок $K_p=12,1$; время в очаге - $t_0=08-27-28,08$; магнитуда толчка составила $M=4,5$; глубина залегания очага - $h=24$ км; $\varphi=41.23^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.55^\circ$ в.д. Информации о жертвах и разрушениях от Грузинского центра сейсмологического мониторинга не поступало.

В III квартале (непосредственно на территории Грузии) 16 июля произошел толчок $K_p=8,99$, который был зафиксирован дагестанской сейсмической сетью; время в очаге - $t_0=08-12-58,74$; магнитуда $M=2,78$; глубина залегания очага составила $h=9$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.47^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.31^\circ$ в.д. И еще одно заметное землетрясение $K_p=9,26$ было зафиксировано 8 августа 2019 года в зоне расположения Главного Кавказского хребта (граница Грузия-Азербайджан): время в очаге - $t_0=14-58-52,96$; магнитуда толчка составила $M=2,9$; глубина залегания очага - $h=18$ км; $\varphi=41.77^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.36^\circ$ в.д.

Граница Дагестан-Азербайджан. Приграничная территория Дагестана с Азербайджаном также была уплотнена очагами землетрясений $K_p=6-7-8-9$. Помимо землетрясений средних классов, в I квартале на территории Азербайджана дагестанской сейсмической сетью были зарегистрированы еще и ощутимые толчки $K_p=10-11-12$.

1) 20 января очаг $K_p=9,56$ был записан четырнадцатью сейсмическими станциями; глубина залегания очага составила $h=48$ км; координаты эпицентра - $\varphi=40.50^\circ$ с.ш. и $\lambda=48.48^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=04-29-35,10$.

2) 5 февраля был зафиксирован очаг $K_p=11,6$, глубина залегания очага составила $h=60$ км; координаты эпицентра - $\varphi=40.73^\circ$ с.ш. и $\lambda=48.56^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=19-19-55,66$, магнитуда $M=4,2$.

3) 5 февраля было зарегистрировано еще одно крупное землетрясение $K_p=12,47$, глубина залегания очага составила $h=60$ км; координаты эпицентра - $\varphi=40.67^\circ$ с.ш. и $\lambda=48.55^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=19-31-37,05$, магнитуда $M=4,2$.

4) 6 февраля локализовался очаг $K_p=10,89$, глубина залегания очага составила $h=33$ км; координаты эпицентра - $\varphi=40.77^\circ$ с.ш. и $\lambda=48.39^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=02-25-53,64$; магнитуда $M=3,8$.

В Закатальской зоне Азербайджана были обработаны следующие очаги землетрясений:

1) 5 июня очаг $K_p=8,5$, глубина залегания очага составила $h=24$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.67^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.84^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=07-25-32,79$; магнитуда составила $M=2,5$.

2) Довольно ощутимое землетрясение $K_p=12,99$ локализовалось 10 августа; глубина залегания очага составила $h=18$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.66^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.66^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=07-35-11,54$; магнитуда составила $M=4,96$.

3) 11 августа еще один ощутимый толчок $K_p=11,5$ был зарегистрирован вблизи селения Закаталы. Магнитуда составила $M=4,18$; глубина залегания очага - $h=18$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.53^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.58^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=03-29-19,86$.

Очаг 15 июля $K_p=9,9$ был приурочен к зоне разлома Большого Кавказского хребта (граница Дагестана с Азербайджаном). Данный очаг записали 12 дагестанских сейсмических станций. Магнитуда составила $M=3,28$; глубина залегания очага - $h=30$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.58^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.99^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=05-43-19,47$.

В северо-восточной зоне Азербайджана дагестанскими сейсмическими станциями были зарегистрированы толчки $K_p=9$ (2 сентября, 30 сентября, 28 ноября).

Землетрясение $K_p=10,1$ было реализовано 27 сентября в зоне залегания разлома Большого Кавказского хребта. Магнитуда имела значение $M=3,39$; очаг находился на глубине $h=24$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.14^\circ$ с.ш. и $\lambda=48.32^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=19-17-24,39$.

И 1 декабря 2019 года в Закатальской зоне было зафиксировано землетрясение $K_p=10,7$; глубина залегания очага составила $h=15$ км; координаты эпицентра - $\varphi=41.54^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.58^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=10-06-30,58$, магнитуда имела значение - $M=3,7$.

Граница Дагестан-Чеченская республика. Приграничная с Дагестаном зона Чеченской республики и вся территория Чечни характеризуется повышенной плотностью эпицентров землетрясений различной силы. Это связано с проходящими через данную территорию двух крупных глубинных разломов: Срединного и Владикавказского (или Черногорского). В данной зоне были зарегистрированы землетрясения $K_p=5-10$.

Начало 2019 года ознаменовалось активизацией сейсмичности в Центральной Чечне. Так, 7 января четырнадцатью сейсмическими станциями Дагестана был зарегистрирован толчок $K_p=8,96$; глубина залегания очага составила $h=9$ км; координаты эпицентра - $\varphi=42.91^\circ$ с.ш. и $\lambda=45.49^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=06-13-01,72$, магнитуда составила значение $M=2,76$. В период с 18-го по 20-е января было зафиксировано 6 землетрясений $K_p=9$. В период с 7-го февраля по 28 марта еще 7 землетрясений $K_p=9$. Землетрясение $K_p=10$ было локализовано 20 января ($K_p=9,84$; глубина залегания очага составила $h=9$ км; координаты эпицентра - $\varphi=42.80^\circ$ с.ш. и $\lambda=46.32^\circ$ в.д.; время в очаге - $t_0=10-10-13,67$, магнитуда составила значение $M=3,2$ – граница Дагестан-Чечня, вблизи Андийского хребта). Еще один очаг $K_p=10,06$ был локализован 18 апреля.

Во II квартале (8 мая, 16 июня, 20 июня) также были зарегистрированы и обработаны землетрясения $K_p=9$.

В III квартале в восточном и в центральном районах Чечни были локализованы по 2 толчка $K_p=9$.

В IV квартале в центральном районе (зона залегания глубинного Черногорского разлома) были зафиксированы толчки $K_p=7$ и $K_p=8$ (7 октября). В центральном районе 24 ноября - сейсмические толчки $K_p=8,1$ и $K_p=9,3$. Еще 3 землетрясения $K_p=9$ (1 декабря, 7 декабря и 22 декабря) были приурочены к зонам залегания Срединного и Владикавказского (или Черногорского) разломов.

Некоторые ощутимые очаги землетрясений с магнитудами $M=4,0-4,9$ представлены в таблице.

Таблица 3.

Дата	Время в очаге	Координаты	Класс	Глубина	Магнитуда	Зона
05.02	t ₀ =19-19-55,66	φ=40.73°с.ш. λ=48.56°в.д.	K _p =11,62	h=60 км	M=4,23	Азербайджан
05.02	t ₀ =19-31-37,05	φ=40.67°с.ш. λ=48.55°в.д.	K _p =12,47	h=60 км	M=4,71	Азербайджан
06.04	t ₀ =08-33-51,90	φ=41.28°с.ш. λ=50.94°в.д.	K _p =11,26	h=18 км	M=4,03	Каспийское море
07.04	t ₀ =08-27-28,08	φ=41.23°с.ш. λ=46.55°в.д.	K _p =12,12	h=24 км	M=4,51	Грузия- Азербайджан
24.05	t ₀ =22-34-04,11	φ=42.85°с.ш. λ=47.05°в.д.	K _p =12,21	h=18км	M=4,55	Дагестан (р-н Буйнакск)
07.06	t ₀ =05-27-16,52	φ=42.18°с.ш. λ=48.90°в.д.	K _p =12,70	h=54 км	M=4,83	Каспийское море
10.08	t ₀ =07-35-11,54	φ=41.66°с.ш. λ=46.66°в.д.	K _p =12,93	h=18 км	M=4,96	Азербайджан
11.08	t ₀ =03-29-19,86	φ=41.53°с.ш. λ=46.58°в.д.	K _p =11,52	h=18 км	M=4,18	Азербайджан

Литература

1. Магомедов Х.Д., Адилов З.А., Асекова З.А., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю., Шахмарданова С.Г. Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за I квартал 2019 г. Мониторинг. Наука и технологии. 2019. № 2(40). - С. 72-88.
2. Магомедов Х.Д., Адилов З.А., Асекова З.А., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю., Шахмарданова С.Г. Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за II квартал 2019 г. Мониторинг. Наука и технологии. 2019. № 3(41). - С. 84-98.
3. Магомедов Х.Д., Адилов З.А., Асекова З.А., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю., Шахмарданова С.Г. Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за III квартал 2019 г. Мониторинг. Наука и технологии. 2019. № 4(42). - С. 85-98.
4. Магомедов Х.Д., Адилов З.А., Асекова З.А., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю., Шахмарданова С.Г. Каталог землетрясений Северо-Восточного Кавказа (территория Дагестана и приграничные зоны) и акватории Среднего Каспия за IV квартал 2019 г. Мониторинг. Наука и технологии. 2020. № 1(43). - С. 79-92.
5. Горбунова И.В., Ризниченко Ю.В. Опыт картирования сейсмической активности по методу суммирования. Изд. АН СССР, «Физика Земли», №7, 1965 г. – С.22-29.

УДК 631.48; 574. 91

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-81-90

АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА АРИДНЫХ ПОЧВ ПОД ЕСТЕСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Залибеков¹ З.Г., Асгерова² Д.Б., Мусалаева¹ П.Д., Залибекова¹ М.З.

¹Институт геологии ДФИЦ РАН

²Прикаспийский институт биоресурсов ДФИЦ РАН

В современных условиях почвенный покров функционирующей под естественной растительностью считается целинным с природными свойствами, характерными соответствующей почвенно-климатической зоне. Это обстоятельство выступает в качестве одного из главных факторов, способствующих сохранению установленного представления о постоянстве строения профиля и физико-химических свойств. В этой связи, разные виды антропогенных воздействий без нарушения морфологического профиля считались второстепенными, несмотря на то, что привели к преобразовательным изменениям в свойствах почв и условиях их образования. В настоящее время возникла необходимость определения роли естественной растительности в антропогенной динамике аридного почвообразовательного процесса.

Ключевые слова: почвенный покров, преобразовательные изменения, многофункциональна система, пестрота почвенного покрова, щелочная среда, опустынивание, остепнение, деградация, ветровая эрозия.

ANTHROPOGENIC DYNAMICS OF ARID SOILS UNDER NATURAL VEGETATION.

Zalibekov¹ Z.G., Asgerova² D.B., Musalaeva¹ P.D., Zalibekova¹ M.Z.

¹Institute of Geology, DFIC RAS

²Caspian Institute of Bioresources, DFIC RAS

In modern conditions, soil cover functioning under natural vegetation qualifies as virgin land with natural features typical for this soil climatic zone. It is one of the principal factors supportive for conserving stated views about permanence of profile structure and physicochemical features. Therefore different types of anthropogenic effects without destruction of morphological profile resulted in transformative changes of soils featured and conditions of their formation. At present, there is a necessary for identity the role of natural vegetation in dynamics of arid soil forming.

Keywords: soil cover, transformational changes, multifunctional system, diversity of soil cover, base condition, desertification, steppe formation, degradation, wind erosion.

Почвенный покров под естественной растительностью, используется в качестве природных кормовых угодий без применения вспашки и системы обработки почв. Это не исключает многоотраслевую систему ведения хозяйства, способствуя расширению сферы воздействия человеческого фактора.

Многоотраслевая деятельность человека и почвы развиваются в динамике и взаимодействии, представляя многофункциональную систему, оказывающую прямое и косвенное влияние на состав и свойства почв и условия их образования [9,11,12]. Прямое влияние человеческой деятельности осуществляется непосредственно при освоении и обработке почвы, земельных отводах и отчуждении продуктивно-функционирующих площадей почв. Косвенное влияние антропогенных воздействий сопровождается без радикальных изменений в строении почвенного профиля при постепенном нарастании малозначимых показателей в содержании гумуса, легкорастворимых солей, питательных элементов и видового состава растительных сообществ. Отличительным свойством косвенного влияния антропогенных факторов под естественной растительностью является непрерывная динамика свойств в соответствии с природным устойчивым почвообразованием [10]. В составе и свойствах почвы отражаются изменения, происходящие в естественных процессах и природная динамика растительности. Интенсивность их зависит от продолжительности действия принимаемых мероприятий.

Изменения, происходящие под эфемерово-полынными сообществами, изучены на светло-каштановых почвах Терско-Кумской низменности. В качестве первого этапа работ в этом направлении проведена группировка видов воздействий оказывающих косвенное влияние (табл. 1.). При этом учтена возможность сохранения природных свойств их разнообразия в условиях трансгрессивно-регрессивной динамики Каспийского моря.

Экспериментально доказано, что испытываемые варианты пастбищных нагрузок (1 – 5 голов/га) включает диапазон нагрузок получивших распространение в регионах Прикаспийской низменности. Важным показателем изменений является гумификация, определяющая пищевой режим почв и состояние растительного покрова. Улучшение водно-воздушного и теплового режима связано с показателями атмосферного увлажнения и процессами выпаса скота с оптимальной нагрузкой.

Таблица 1.

**Мероприятия, способствующие формированию различий в свойствах
светло-каштановых почв под естественной растительностью.**

№	Мероприятия и показатели	Признаки	% общей площади	Примечание
1	Гумификация	Уменьшение гумуса, светлые тона окраски	8,5	-
2	Удобрение	Поверхностное внесение	6,1	-
3	Орошение	Нормированное, капельное	4,0	-
4	Олуговение	Затопленные участки побережья	1,4	-
5	Остепенение	Затопленные участки побережья	0,3	-
6	Опустынивание	Потери гумуса, уменьшение мощности через А + В	10,7	слабой, средней степени
7	Иссушение	Регрессия Каспийского моря	0,2	-
8	Сидральная культура	Обогащение почв гумусом и питательными элементами	0,3	береговой полосе Каспия
9	Фитомелиорации	Сохранение и обогащение естественной растительности	6,9	обогащение видового разнообразия
10	Загрязнение	радиоактивное	0,5	

Оптимизация пастбищных нагрузок в эфемерово-полынных и полынно-разнотравных сообществах способствует увеличению общей фитомассы с формированием положительного баланса между отчуждаемой в виде кормов фитомассы и синтезируемой ее части растениями [15,21].

Показатели использования естественной растительности при выпасе скота в течение 5 лет (2006 – 2011 гг.) иллюстрируют формирование различий в отдельных вариантах, отличающихся по плотности выпасаемого поголовья крупного и мелкого рогатого скота. Увеличение плотности более 3 условных голов/га привело к уплотнению верхних слоев почв, подтяжке легкорастворимых солей к верхней полуметровой толще профиля. Заметные изменения отмечаются в морфологическом строении профиля: осветление гумусовых горизонтов, подтяжке легкорастворимых солей и слабозаметные признаки образования столбчатой структуры. Наблюдается ежегодное увеличение площадей оголенных пятен, лишенных растительности. В ареалах светло-каштановых почв ежегодное увеличение пятнистости при нагрузках > 3 условных голов овец поголовья составляет 0.5 – 0.8 %. По полученным данным а период 2000 – 2016гг. площадь оголенных пятен на поверхности составила 1,5 – 2,0 %. В отдельные годы (увлажненные) эти

показатели меняются, но общая тенденции расширения площадей лишенных растительности продолжается.

Естественная растительность, подвергающаяся влиянию антропогенных воздействий в формате пастбищного использования, способствует развитию процессов характерных категории земледельчески освоенных почв. Появление новых признаков сопровождается подавлением свойств, предшествующих стадий развития до внедрения общепринятой системы выпаса домашнего скота [8].

Из мероприятий, способствующих формированию различий в свойствах светло-каштановых почв, под естественной растительностью являются аккумуляция гумуса и его распределения по профилю (табл.1.)

Гумификация - процесс разложения и превращения органических остатков в почвенный гумус. Под естественной растительностью, в почвенной толще растительные остатки теряют строение, разлагаются и переходят в простые соединения. Но определенная часть используется в синтезе гумусовых веществ. Биологические циклы растительности проходят в соответствии с вегетационным периодом, принимая участие в почвообразовании гумусообразовании. При нестабильной динамике органического вещества состав и содержание гумуса и условия гумификации изменяются с осветлением гумусовых горизонтов и потерей серых тонов окраски. Влияние естественной растительности отражается в дифференциации горизонтов по гумусовой окраске и запасам органического вещества [4,6].

Специфическое влияние на развитие и формирование разнообразий растительного покрова оказывают минеральные и органические удобрения. Действия различных видов удобрений на естественную растительность улучшает пищевой режим, ускоряет накопление фитомассы, создает благоприятные условия для сохранения видового и флористического разнообразия растений. Это способствует развитию на светло-каштановых почвах полукустарниковых форм полыни таврической *Artemisia taurica* L., полыни солончаковой *Artemisia monogyna* T., которые предопределяют появление процессов солонцового, выявленного в морфологическом профиле. Заметные изменения, формируются в мощности элювиального горизонта и в составе поглощенных оснований. Кроме того, наблюдается накопление фитомассы, небольшое увеличение валового гумуса и формирование комковатой или столбчато-комковатой структуры [12,14,17].

Положительная реакция естественной растительности на светло-каштановых почвах проявляется при мелкодисперстном орошении, способствуя улучшению водного режима и накоплению фитомассы. Недостаточное количество доступной влаги для растений компенсируется (мелкодисперсной подачей или дождеванием) поливами, изменяя водно-тепловой режим и плотность сложения корнеобитаемого слоя почвы. Эти изменения имеют сезонный характер и в большинстве случаев обратимы [8]. Разрыхляющее действие кормовой системы и увеличение подземной фитомассы в виде хозяйственной продуктивности растительного покрова способствует формированию классификационных признаков в пределах видовых различий.

Особо следует отметить влияние естественной растительности на почвенный покров в условиях циклической смены процессов олуговения - остепнения и единой цепи эволюции развития генетических типов почв приморских ландшафтов, где растительность выполняет свою функциональную роль, как фактора почвообразования [2,7].

Антропогенная динамика развития характерна здесь почвам, формирующимся в стадиях остепнения и опустынивания, так как, стадия олуговения образуется после иссушения затопленных территорий при понижении уровня морской воды. Остепнение наступает после стадии появления наземной растительности, где определяющим фактором является гранулометрический состав почв и дренированность территории. Остепняющиеся почвы испытывают уменьшение степени влияния грунтовых вод и увлажнения с тенденцией формирования среды по щелочной и слабощелочной реакции почвы. При этом формируются луговые степи с участием ковыля волосатика (*Stipacapillata*), тонконога стройная (*Koeleviacristata*), типчака степного

(*Fesstucasulvia*) и разнотравья шалфея полевого (*Sulvianutans*), костра кровельного (*Bromusriparius*) и др. В степных ландшафтах формируются лугово-каштановые карбонатные почвы со стабильной продуктивностью. Влияние растительности на почвенные процессы, несмотря на антропогенные воздействия, проявляется в накоплении валового гумуса и обогащении питательными элементами. Использование их в качестве пастбищных угодий осуществляется без существенных изменений в морфологии и физико-химических свойств [4,20].

Усиление сухого и полупустынного климата в отрыве от грунтового увлажнения, приводит светло-каштановые слабо-среднесолонцеватые почвы к аридизации с разреженной растительностью и участием ксерофитных галофитных растений. Главными особенностями почвообразования здесь является снижение темпов гумусообразования и выщелачивания профиля почв от карбонатов и легкорастворимых солей. Растительный покров представлен сообществами при доминирующей роли полыни таврической, полыни солончаковой, типчака степного, тонконога стройного при значительной доли участия эфимеров и разнотравья: мятлик луговичный (*Poa bulbosa*), костер кровельный (*Bromusriparius*), мартук восточный (*Erimopyrum erilhtala*) и др.

Антропогенная динамика растительных сообществ и ее влияние на свойства почв, изменяются в соответствии зональным условиям почвообразования. В отличие от других типов почв здесь проявляется влияние антропогенного воздействия, связанного с использованием земель в качестве пастбищных угодий. Из показателей радикально изменяющихся следует указать уменьшение содержания питательных веществ и накопление минеральных окислов в результате минерализации растительных остатков. Классификационный уровень этих изменений укладывается в рамках видовых различий каштанового типа почвообразования [18].

Радикальные изменения в антропогенной динамике, происходящие под ксерофитной и разреженной естественной растительностью при переходе к стадии процессов опустынивания почв. Изменения в почвообразовательных процессах способствуют последовательной потере генетических горизонтов с образованием оголенной поверхности сложенной геологической породой. На высшей стадии формируются очаги опустынивания, где процессы почвообразования полностью сменяются процессами литогенеза [1].

Высшая стадия опустынивания - это литогенез, формируется в условиях развития ветровой эрозии, пыльных бурь, изменяя рельеф местности, создавая бугры, барханы, рытвины, углубления с утратой почвообразующего потенциала.

Литогенная стадия подвергается физическому выветриванию с изменением минералогического состава. Восстановление антропогенной динамики почв и естественной растительности соответствующим зонально-климатическим условиям связано с проведением мероприятий Федерального, глобального масштабов [4].

После выхода из сферы влияния морской воды Каспия территория регионов приобретает стабильность и взаимодействует с атмосферой, подвергается усыханию, иссушению. Циклы иссушения наступают с усилением воздействий наземных условий продолжительностью 30 – 50 лет. В результате многолетнего цикла иссушения образуется зона аэрации с развитием растительности и гумусовых горизонтов почв. Формируются луговые слаборазвитые почвы слабой дифференциацией профиля на генетические горизонты. Влияние растительного покрова представлено луговыми сообществами и отражается в формировании морфологических выраженных солонцеватых признаков почв: уплотнение подгумусового горизонта, призмовидно – столбчатой структуры и однородность верхнего полуметрового слоя по гранулометрическому составу. Антропогенная динамика обусловлена изменением растительного покрова, выражена слабо, т.к. прибрежная полоса Каспия выделена как охранный заповедный территория [19].

Заметное влияние на динамику антропогенных изменений в свойствах почв оказывает сидерация, где объединяются группы агротехнических приемов, при которых в почву с целью ее улучшения и повышения ее продуктивности, запахивается растительная масса, посеянных для этого растений (сидератов), преимущественно бобовых. Зеленое удобрение обогащает почву

подвижными формами азота, фосфора, калия, кальция. В регионах Прикаспийской низменности зеленые удобрения рекомендуются высевать в качестве фитомелиорации светло-каштановых, лугово-каштановых почв. При оценке роли зеленого удобрения в почвообразовательных процессах необходимо учитывать не только высокую эффективность, но и как приема оказывающего влияние на генетические свойства – гумусированность, поглощательная способность и агрономические показатели. Эти изменения способствуют развитию почвенных процессов, способствующих развитию устойчивого круговорота органических веществ с положительным балансом [13].

Фитомелиорации применяемые в целях сохранения почвенного разнообразия являются комплексным мероприятием, определяющим антропогенную динамику почв и естественной растительности. Фитомелиоративные работы основаны на использовании ресурсов экологических ниш, взаимодополняемости видов в сообществах и полночленности ценозов, учитывающих изменяющиеся свойства почв и почвообразующей породы. Содержание работ, проводимых в исследуемых регионах, сводится к подбору кормовых растений, отличающихся солеустойчивостью. Посевы фитомелиорантов проводятся после предварительной обработки поверхности почв с сохранением естественной растительности. Для этой цели используется отдельный вид пастбищных растений, произрастающих в аналогичных условиях: пырей удлиненный *Agropyromlengatum*, пырей песчаный *Agropyromrepens*, камфоросма Лессинга *Camphorosmalessinga*.

Функционирующие фитомелиоративные посевы на светлокаштановых карбонатных почвах оказывают влияние на почвенные процессы. Эти изменения способствуют увеличению гумуса и его запасов, азота, фосфора, калия, способствуя трансформации почв по грациям плодородия.

Определенные различия отмечаются в строение морфологического профиля и в процессах засоления – рассоления почв по отдельным сезонам, антропогенная динамика которых зависит от степени увлажнения и биологических особенностей фитомелиорантов. Классификационный уровень происходящих изменений укладывается в рамке подтиповых различий исследуемых светло-каштановых почв [18].

Процессы загрязнения и разрушения почв можно разделить на несколько групп, среди которых наиболее важными являются загрязнения в условиях избыточного внесения минеральных и органических удобрений. В природных кормовых угодьях минеральные и органические удобрения применяются в ограниченных масштабах, и считается экономически не выгодным. В опытных хозяйствах и испытательных полигонах применяются минеральные удобрения в порядке объектов изучения по повышению продуктивности пастбищ и качества используемой фитомассы кормовых растений. Избыток азота в почве в нитратной форме приводит к повышенному содержанию нитратов в продуктах питания и питьевой воде. Определенные изменения в свойствах светло-каштановых почв вызывает избыточное содержание аммиачного азота, окисление которого до нитратов ограничивает растворение кислорода в воде, создавая его дефицит. Азотные, фосфорные, калийные удобрения оказывают влияние на пищевой режим и на качество выращиваемой продукции при отсутствии изменений в классификационном их уровне [16].

Положительное значение имеют данные характеризующие динамику изменения светлокаштановых почв, представляющие основные фонды пастбищных земель под естественной растительностью (табл.2). Светло-каштановые карбонатные почвы, распространенные в регионах Прикаспийской низменности и испытывающие в настоящее время воздействие всех стадий антропогенного опустынивания и аридизации. Общими для всей территории региона являются пастбищное использование с нагрузкой в диапазоне 2 – 5 условных голов скота на 1 га. При отсутствии антропогенных воздействий (заповедные территории) реакция почвенной среды, характеризуется нейтральной или слабощелочной реакцией при незначительной величине бикар-

бонатов натрия. В засоленных вариантах солевой состав характеризуется увеличением гидрокарбонатов (HCO_3) натрия и калия в средней части почвенного профиля [5].

Гумификация – это образование гумуса, гумусовых веществ, свойственному верхнему слою коры выветривания. Формирование источников гумусовых веществ, связано с биомассой и воздействием растений, животных и микроорганизмов.

Составные части и синтезируемые продукты гумификации, от которых зависит формирование генетических свойств почв и типов почвообразования представлены гуминовыми и фульвокислотами. Органическое вещество почвы проходит сложный путь почвообразования, превращения от простого к сложному и от сложного к простому. Благодаря биогенным циклам круговорота веществ, происходит синтез биомассы растений, как источника гумусообразования. Гумификация, усматривается как превращение органических остатков, протекающих под влиянием физических, химических и биологических процессов, способствуя формированию стабильного гумусового состояния. Параметры гумусового состояния определяются величиной и составом биомассы растений, подвергающихся минерализации. Степень ее выраженности зависит от генетического типа почв. В светло-каштановых, лугово-каштановых почвах процессы минерализации опережают гумификацию.

Таблица 2.

Показатели изменения в свойствах светло-каштановых и лугово-каштановых почв под естественной растительностью

№	Показатели		Виды, параметры воздействий
	Отсутствие антропогенных воздействий	Результат антропогенных воздействий	
1	Нейтральная, слабощелочная реакция почв	Щелочная среда	Пастбищное использование, нагрузка 2 – 4 овцепоголовья/га
2	Гумификация	Минерализация	Соотношение гумификации к процессам минерализации <1
3	Формирование почвенной структуры	Обесструктурирование	Пастбищные нагрузки > 3 голов/га
4	Снос гумусовых горизонтов	Маломощные эродированные разности	Пастбищные нагрузки действую круглый год > 3 голов/га
5	Уплотнение средней степени слоя 20 – 40 см	Пестрота в степени уплотнения горизонтов, нарушение морфологического строения	Проявление признаков солонцеватости
6	Миграция легкорастворимых солей	Повышение степени засоления	Проявление солончакового процесса
7	Ветровая эрозия	Аридизация, опустынивание	Формируются очаги опустынивания с выходом на поверхность геологических отложений
8	Фоновый уровень содержания загрязнителей	Дегградация почв и подземных экосистем	Дегградация, разрушение почвенного профиля, выключение почвы из функционирующих категорий

Влияние фитомассы выступает в качестве определяющего фактора соотношения гумификации и минерализации. Кроме того, продукты минерализации органического вещества являются главным источником формирования потенциала и плодородия почвы. При минерализации фитомассы сложные органические соединения, превращаются в простые химические вещества, обогащая почву элементами питания растений. Зональные элементы естественной растительности после минерализации фитомассы, возвращаются в почву, создавая устойчивый баланс питательных элементов. Почвообразующая роль растений сводится к созданию плодородия и вертикального корнеобитаемого слоя почв [3].

В результате антропогенного воздействия и нарушения технологии использования пастбищ теряется почвенная структура, и уплотняются гумусовые горизонты, ухудшается водопроницаемость. Разрушение и снос гумусовых горизонтов происходит при отсутствии растительного покрова и высшей стадии развития ветровой эрозии, где вовлекается грунт в мигрируемую массу воздушными потоками.

Последствия ветровой эрозии и пыльных бурь приводит к обнажению плотных геологических слоев породы, способствующей потере дождевых вод, литогенезу породы. Роль растительности в восстановлении профиля почвы на породе сводится к скреплению почвенных частиц, препятствуя рассеиванию, выдуванию. По мере увеличения проективного покрытия растений, ослабляется разрушительная сила сильных ветров и суховеев. Сохраняя восстановленную часть профиля от физического разрушения, это способствует сохранению снежного покрова, ослаблению прогреваемости поверхностных слоев, что улучшает проницаемость, впитываемость атмосферных осадков. Для оценки естественной растительности используемой в качестве пастбищного корма необходимо сохранить видовое разнообразие растений, высоту травостоя, проективное покрытие и экологическую приспособленность к острозасушливым климатическим условиям.

Характерной особенностью влияния естественной растительности на почвенные процессы является уплотнение слоя 0 – 2 см, вызванной содержанием натриевых солей в зольном составе фитомассы полынно-солянковых, разнотравно-полынных сообществ. При минерализации растительных остатков образуется значительное количество солей, включая углекислого Na, K. Они участвуют в формировании поглощающего комплекса и образовании солонцовых свойств. Внедрение Na в состав поглощенных оснований сопровождается формированием солонцов и солонцеватых почв [9]. Этим обстоятельством связана роль растительности в уплотнении иллювиального горизонта светло-каштановых и лугово-каштановых почв.

Развитие миграционных процессов и накопление легкорастворимых солей является характерным для динамики изменения свойств аридных почв под естественной растительностью. Соли входящие в состав почвообразующих пород и образующаяся часть при минерализации растительных остатков, накапливаются в верхнем слое почвы, оказывая влияние на почвенные процессы. Естественная растительность ежегодно возвращает фитомассой в почву легкорастворимые соли в зависимости от видового состава растений – галофитов в дельте Терека с превышением до 10 %, что составляет для однолетнесолянковых сообществ 1,0 – 1,5 т/га, для многолетнесолянковых 0,5 – 0,8 т/га. Растительный покров на солончаках не однородный и определяется характером, степенью засоления и содержания солей. На солончаках типичных с высокой степенью засоления растительность сильно изрежена по двум причинам: содержанием солей в почвообразующем материале и использованием для пастбы скота с ненормированной нагрузкой. Наиболее устойчивыми к антропогенным нагрузкам являются: солянка однолетняя *Petrosimonia brachiata*, кермек мейра *Kermekmeiera*, солянка многолетняя *Salsoladendroides*, камфоросна Лесинга *Camphorosma lessinga*.

Солончаки с относительно меньшим содержанием солей отличаются видовым разнообразием эфемеров и разнотравья. В ранневесенний период проявляется миграция солей в нисходящем направлении по профилю с уменьшением содержания в верхнем метровом слое. Про-

должительность сезонно-рассолительного эффекта – 40 – 60 дней. Миграция солей с изменением процессов засоления способствует формированию классификационных различий на уровне видового и родового подразделения.

Развитие ветровой эрозии в исследуемом регионе отмечается повсеместно в двух формах: геологическая (фоновая) и ускоренная эрозия, связанная многими факторами в т.ч. естественной растительностью. Широкое распространение губительных последствий происходит ветровой эрозией (дефляцией). Под действием сильных ветров и воздушных потоков переносится землянистая масса во взвешенном состоянии. Поэтому ветровая эрозия и влияние растительности определены для условий, где податливость почв, песков и зависимость их от ветровой эрозии выражены в высшей степени.

Интенсивное развитие ветровой эрозии характерно всей территории региона, но податливость, зависимость проявления от растительного покрова в наибольшей степени выражено в очагах опустынивания и приморской полосе. Защитная роль растительности определена в ареалах очагов опустынивания (Сарпинская низменность Республика Калмикия, Башиганские пески Республика Дагестан) и закрепленных песков приморской полосы Каспия. В качестве отличий песчаных и субпесчаных почв можно отметить подверженность их сильным ветрам, высоким летним температурам и острозасушливому климату. В континентальной части региона, где формируются очаги опустынивания, определяющую роль выполняют высокие антропогенные нагрузки на единицу площади [4,19].

В континентальной части региона и береговой полосе Каспия растительный покров способствует ослаблению ветровой эрозии и формированию гумусовых веществ. Выявляется четкая дифференциация корнеобитаемого слоя со слабозаметной гумусовой окраской. С возвратом органического вещества растительностью пустынных песков и песчаных почв берет начало первичный почвообразовательный процесс с разрушением первичных и синтезом вторичных минералов.

Исследования по загрязнению почв показывают, что основанием и причинами деградации являются потеря биоэнергетического потенциала, нарушение физико-химических свойств и острый дефицит доступных форм почвенной влаги. Растительность загрязненных участков выполняет роль по уменьшению. Вредного действия поллютантов: поглощают поры растворимые соединения, выпадающие с атмосферными осадками, способствует миграции избытка минеральных удобрений – аммиачной форма азота, фосфатов и соединений калия. В очищение почв от тяжелых металлов необходимо извлечь с помощью растений произрастающих на загрязненных участках путем удаления верхнего загрязненного корнеобитаемого слоя почвы с последующим выносом из ареала функционирующих почв.

Выводы

По общепринятой концепции почвообразования почвы, функционирующие под естественной растительностью, и используемые в качестве природных кормовых угодий относятся к категории неизменных разновидностей. Анализ накопленного фактического материала показывает, что развитие почв под естественной растительностью сопровождается изменением их свойств, отличающихся от современных освоенных вариантов в земледельческих отраслях. Основные отличия почвенных процессов рассматриваются по материалам исследований проведенных в Терско-Кумской низменности.

Естественная растительность природных кормовых угодий используется в качестве пастбищ, способствуя изменению морфологических, физико-химических и биологических свойств. Степень проявления изменений антропогенного происхождения зависит от плотности выпасаемого скота, продолжительности, периода и системы пастбищеоборота и соблюдении сезонного (зимнего) режима выпаса скота.

Существенные изменения под естественной растительностью происходят в экологическом состоянии почвенного покрова: превышение установленных норм пастбищных нагрузок, отсутствие сезонного режима использования. В морфологических показателях при этом изменяются мощность, плотность и структура гумусовых горизонтов; нарушается круговорот веществ и стабильный баланс органического вещества с потерей плодородия почв. Ненормированный выпас скота приводит к усилению физических воздействий на растения и минерализации биомассы; разреживанию травостоя и появлению признаков ветровой эрозии. На поверхности почв появляются пятна лишённые растительности, создаются условия для подтяжки легкорастворимых солей из нижних горизонтов, способствуя развитию процессов засоления, солонцеватости.

Деградация растительного покрова и экологические последствия антропогенного фактора способствуют прогрессирующему увеличению степени влияния процессов литогенеза и минерального состава почвенной массы. Установлена положительная роль растительности полупустыни и пустынь, способствующая развитию почвообразования вслед за литогенезом. Процессы литогенеза здесь сопровождаются опустыниванием, аридизацией. Функции естественной растительности в современных условиях аридных регионов сводятся к сохранению условий почвообразования.

Установлено, что фитомелиорации представляют основу сохранения функциональной роли естественной растительности пастбищ в условиях антропогенной динамики почвенного покрова. Определены основные параметры почвенных условий, способствующих проведению фитомелиораций: сезонные максимумы увлажнения корнеобитаемого слоя почв; миграции легкорастворимых солей по вертикальному профилю. В условиях полупустынного климата в формате биогеоэкологических циклов образуется сукцессионная взаимодополняемость отдельных видов растений и сообществ, произрастающих на светло-каштановых и лугово-каштановых почвах. Почвообразующая роль фитомелиорантов определена рассолением почв (весенний и осенний периоды) обогащением гумуса и питательными веществами и изменением видового разнообразия растений пастбищных фитоценозов.

Заметные изменения в составе естественной растительности происходят в видовом разнообразии, включая и корневые сообщества. Они связаны: с аридными условиями, современным климатическим потеплением и прогрессирующим нарастанием антропогенных нагрузок. Почвообразовательные процессы в условиях полупустынь приводят к деградации почв, устранение которой связано с развитием и фитомелиорацией естественной растительности. Выявлены основные направления изменения в свойствах почв – процессы дегумификации и увеличение значений pH реакции почв с формированием щелочной среды. Растительность выполняет роль – нейтрализатора почвенной среды, рассолением корнеобитаемого слоя, воздействием накапливаемой фитомассы и гумуса.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310199-9.

Литература

1. Акаев Б.А. Геологическое строение Дагестана. Сб. Физическая география Дагестана. М.: 1996. С. 32 – 48.
2. Акимцев В.В. Почвы Прикаспийской низменности Кавказа. Изд. Ростовского госуниверситета. 1959. 282 с.
3. Бабаев А.Г., Нечаева Н.Т., Орловский Н.С. Проблемы пустынь, некоторые итоги и новые требования //Проблемы освоения пустынь, №3. 1986. С. 5 – 14.
4. Бананова В.А. Растительный покров Калмыцкой АССР и его современное состояние //Региональные флористические исследования, Краснодар, Кубанский ГУ. 1986. С. 34 – 40.
5. Глинка К.Д. Почвообразование, характеристика почвенных типов и география почв. М.: 1923. 131 с.

6. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука. 1990. 251 с.
7. Докучаев В.В. Место и роль современного почвоведения в науке и жизни. Соч. Т. 3. Вып. 4. 1949. 256 с.
8. Залибеков З.Г. Сезонное распределение и миграция солей в засоленных почвах дельты Терека //Почвоведение, №8. 1986. С 83 – 90.
9. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. М.: Наука.2010. 244 с.
- 10.Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Биарсланов А.Б. Опустынивание земель в Дагестане и применение информационных технологий в разработке мероприятий по управлению почвенными ресурсами //Почвенные и растительные ресурсы южных регионов России. Махачкала. 2007. С. 47 – 57.
- 11.Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Асгерова Д.Б., Магомедов Р.А. Потенциал биопродукционных ресурсов почвенного покрова: использование и источники возобновления //Аридные экосистемы, №1. 2021 г. с 3 – 11.
- 12.Зонн С.В. Процессы опустынивания на различных континентах //Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: Наука. 83 с.
- 13.Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука. 1974. 281 с.
- 14.Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука. 1985. 264 с.
- 15.Раджи А.Д. О составе флоры песков Дагестана //Сб. Научных сообщений ДГУ, Махачкала. 1970. С. 30 – 32.
- 16.Салманов А.Б., Керимханов С.У., Залибеков З.Г. Классификация и диагностика почв Дагестана. Изд. Даг. филиала АНССР. Отдел биологии, Махачкала. 1979. 98 с.
- 17.Стасюк Н.В. Динамика почвенного покрова дельты Терека. Махачкала. 2005. 194 с.
- 18.Фридланд В.М. Основные положения почвенной картографии //Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука. 1986. С. 119 – 137.
- 19.Чиликино Л.Н. Очерк растительности Дагестана и ее природных кормовых угодий. Изд. Даг. филиала АНССР. Тр. Отдел растительных ресурсов. Т. 2. 1960. С. 8 -88.
- 20.Шамсутдинов З.Ш. проблемы фитомелиорации пустынных пастбищ //Проблемы освоения пустынь. №5. 1986. С. 34 – 43.
- 21.Яруллина Н.А. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М.: Наука. 1983. 88 с.

УДК 550.4:550.42

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-91-94

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В РУДАХ И ПОРОДАХ МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЗИЛ-ДЕРЕ (ДАГЕСТАН)

Айтеков М-П.Б.

Институт геологии ДФИЦ РАН

На примере подземной скважины № 153П рассматриваются содержание и распределение радиоактивных элементов U, Th, K в рудах и породах медноколчеданного месторождения Кизил-Дере (Южный Дагестан). Имеющийся материал позволил обосновать воздействие рудного процесса на вмещающие породы. Установлены значимые положительные парагенетические связи суммарной γ -активности с Zn и Pb – элементами, характерными для надрудной зоны.

Ключевые слова: γ -активность, руды, вмещающие породы, диаграмма, коэффициент корреляции.

RADIOACTIVE ELEMENTS IN ORE AND ROCKS OF THE KIZIL-DERE COPPER DEPOSIT (DAGESTAN)

Aitekov M-P.B.

Institute of Geology, DPRC RAS

The content and distribution of radioactive elements U, Th, K in the ores and rocks of the Kizil-Dere copper pyrite deposit (South Dagestan) are considered on the example of underground well No. 153P. The available material made it possible to substantiate the impact of the ore process on the host rocks. Significant positive paragenetic relationships of the total γ -activity with Zn and Pb - elements characteristic of the supra-ore zone were established.

Key words: γ -activity, ores, host rocks, diagram, correlation coefficient

Во второй половине XX века в прихребтовых частях на севере и юге юго-восточного погружения Большого Кавказа были выявлены крупные медно-пирротиновые и полиметаллические металлогенические зоны, которые переходят из Азербайджана (Филизчай, Кацдаг, Катех и др.) в пределы Дагестана. Оруденения эндогенного типа размещаются среди пород юрского возраста, представленных сланцами, аргиллитами с прослоями алевролитов [1].

Среди свит указанных пород на территории Южного Дагестана встречаются магматические породы, представленные эффузивными покровами, силлами и дайками основного и редко кислого состава. Они образуют единый неоднократно разветвляющийся пояс общекавказского простирания, одна из ветвей которого, протягивающаяся от р. Аварское Койсу к горе Диклос-Мта и далее к Дарьяльскому ущелью. Л.А. Варданянцем ветвь названа Казбекским диабазовым поясом, а ответвляющаяся от него южная полоса концентрации даек – Кахетинским диабазовым поясом [1].

Магматические породы Южного Дагестана образуют ассоциации, которые объединяются в позднетатарский, позднеааленский и предположительный послеааленский комплексы. Формирование позднеааленского комплекса произошло в три фазы (см. схему).

Схема расчленения позднеааленского комплекса [1]

Фазы	Фации	Типы пород
I	Дайковая	Диабазовые порфириты, диабазы
II	Эффузивная	Спилито-диабазы, спилиты, диабазы, вариолиты
	Силловая субэффузивная	Диабазы, габбро-диабазы с обособлениями пикрито-диабазов и монцонито-диабазов
	Дайковая	Диабазы, диабазовые порфириты, долерито-диабазы, кварцевые диабазы
III	Дайковая и жильная	Гранит-порфиры, гранофиры, аплиты, гранодиориты, граниты и плагиограниты

Колчеданно-полиметаллическое месторождение Кизил-Дере в Южном Дагестане залегает в глинистой толще верхнеахкамской подсыты верхнего аалена. Большую часть рудовмещающей толщи составляют аргиллиты (75-90%). Месторождение имеет два рудных тела – Левобережная и Правобережная рудные залежи, разобценные рекой Кизил-Дере.

Радиоактивные элементы в рудах и рудовмещающих породах рассмотрены на примере подземной скважины № 153П (глубины 00,0-490,0 м.), пробуренной в штольне № 4, рассечка № 12, Левобережная рудная залежь.

В состав гамма-активности входит содержание U, Th и K. Поведение их в метасоматическом процессе может быть не одинаково: увеличение концентрации одного элемента (например, U) может сопровождаться уменьшением двух других (Th и K). Возможны другие варианты в зависимости от кислотности-щелочности рудоносных растворов. Это важно учитывать при оценке коэффициента корреляции (r) суммарной γ -активности с элементами, так как вышеприведенное обстоятельство изменит значения (r) [2]. В таблице 1 представлены результаты вычислений коэффициентов корреляций общей γ -активности с элементами-примесями в надрудной зоне рассматриваемой скважины.

Таблица 1

Результаты вычислений коэффициентов корреляций общей γ -активности с элементами-примесями в надрудной зоне скважины № 153П

Общая γ -активность	Cu	Zn	Pb	Ag	Co	As	Sn	Mo
	-0,28	0,25	0,32	0,14	0,49	0,19	0,21	-0,30

Из таблицы следует наличие значимой средней величины корреляции (парагенетические связи) γ -активности: 1) положительной – с Zn, Pb (элементами, характерными для надрудной зоны и связанными между собой высоким значением (r); 2) отрицательной – с Cu (рудным элементом) и Mo (подрудным элементом). Полученные данные характеризуют только надрудную зону. В подрудной зоне возможны другие распределения γ -активности и связь её с элементами-примесями месторождения. Исходя из общих закономерностей геохимии U и Th и, как следует из универсальной геохимической зональности первичных ореолов месторождений халькофильной группы, впервые описанной С.В. Григоряном [3], в подрудной зоне возможно увеличение концентраций Th и U (уран концентрируется как в надрудных, так и в подрудных зонах), и, как следствие, повышение суммарной γ -активности.

В таблице 2 приведены содержания радиоактивных элементов в надрудном и рудном интервалах скважины № 153П.

Мнение Ю.П. Андреева и др. [1] о том, что рудный процесс на месторождении Кизил-Дере в целом оказал слабое воздействие на вмещающие породы, в некоторой степени нами ставится под сомнение. Так, анализ кривой диаграммы γ -каротажа скважины № 153П показывает, что в дорудном интервале глубин от 230 м. до руды и в послерудном до 490,0 м. усиливается активизация кривой γ -каротажа, что, в свою очередь, свидетельствует, по-видимому, об активизации вторичных процессов во вмещающих породах, мобилизовавших также радиоактивные элементы. Одновременно в указанных интервалах глубин наблюдается некоторое общее возрастание интенсивности γ -излучения. Воздействие рудного процесса на вмещающие породы выразилось также в их окварцевании в зоне контакта с рудным телом и увеличении в три раза окиси калия.

Таблица 2

Содержание радиоактивных элементов в надрудном (числитель) и рудном знаменатель) интервалах подземной скважины № 153П медноколчеданного месторождения Кизил-Дере

№ п. п.	№ № проб	Содержание элемента			Глубина, м.	Примечания
		U ²³⁸	Th ²³²	Ra ²²⁶		
		n·10 ⁻⁴ % (г/т)	n·10 ⁻⁴ % (г/т)	n·10 ⁻¹² г/г		
1	2	3	4	5	6	7
1*	381/1	1,2/4,5	15/21	<1,06/<1,06	140/353,8	Определение элемента в пробах проводилось: урана –методом ЦАЛ-1, порог чувствительности анализа составляет 5·10 ⁻⁵ %; тория–рентгеноспектральным, порог чувствительности анализа – 3·10 ⁻⁴ %; радия – радиохимическим, порог чувствительности 1,06·10 ⁻¹² $\frac{Ra}{г}$
2	382/2	1,2/4,5	11/8	<1,06/<1,06	150/354,2	
3	383/3	1,2/2,5	16/< 3	2,0/2,32	156/354,5	
4	384/4	1,2/4,0	11/< 3	1,2/1,14	169/355,0	
5	385/5	1,4/4,0	21/< 3	2,0/<1,06	176/355,5	
6	386/6	1,2/5,5	11/17	<1,06/2,01	182/356,0	
7	387/7	1,2/4,5	6/< 3	<1,06/<1,06	187/356,5	
8	388/8	1,0/3,0	12/6	1,4/не уст.	195/357,5	
9	389/9	1,0/3,0	13/10	2,0/< 1,06	208/358,5	
10	390/10	1,2/1,5	14/4	<1,06/<1,06	219/359,6	
11	391/11	1,6/2,5	4/18	1,3/1,44	230/360,0	
12	392/12	1,2/5,0	17/12	1,6/2,2	239/361,2	
13	393/13	1,2/3,0	15/17	1,8/1,2	247/354,3	
14	394/14	1,2/6,5	23/17	1,7/2,01	253/354,4	
15	395/15	0,8/4,0	12/12	не уст./<1,06	269/354,5	
16	396/16	0,8/3,5	21/7	< 1,06/3,6	278/356,0	
17	397/17	1,2/4,5	17/8	1,4/< 1,06	291/357,8	
18	398/18	1,2/6,5	15/< 3	1,7/1,8	305/358,0	
19	399/19	1,2/4,0	17/4	1,7/не уст.	313/358,5	
20	400/20	1,2/4,5	18/6	<1,06/< 1,06	320/359,3	
21	401/21	1,0/3,5	17/17	<1,06/< 1,06	332/360,4	
22	402/22	1,2/4,0	21/< 3	<1,06/<1,06	342/361,5	

Говоря о соотношении содержаний радиоактивных элементов в руде и во вмещающих породах, необходимо отметить, что средние содержания урана в рудном и надрудном интервалах равны 2,4·10⁻⁴% и 1,16·10⁻⁴% соответственно, тория –11,5·10⁻⁴% и 14,8·10⁻⁴%. Кларки для глинистых пород, каковыми являются рассматриваемые отложения, равны: 3,7·10⁻⁴% (для U), 12·10⁻⁴% (для Th) [3]. Содержание урана в породах ниже кларков, тория – выше во вмещающих аргиллитах. Что касается радия и тория, то здесь наблюдается картина обратная: их среднее содержание в руде меньше, чем во вмещающих породах. Более половины проб, измеренных на содержание в них радия, показали результаты ниже уровня порога чувствительности анализа на элемент, у тория этот показатель равен около четверти от измеренных проб.

Наличие положительного пика кривой γ -каротажа в зоне вкрапленности сульфидов, возможно, объясняется повышением в три раза окислов калия, когда изотоп K⁴⁰ вносит заметный вклад в суммарную γ -активность (Рис.1).

Выводы

1. Впервые в подземной скважине на медноколчеданном месторождении Кизил-Дере рассмотрены содержания и распределение радиоактивных элементов.

2. Установлены корреляционные связи общей гамма-активности с элементами-примесями в надрудной зоне подземной скважины.

3. Активизация кривой гамма-каротажа в дорудном и послерудном интервалах, по-видимому, отражает некоторое воздействие рудного процесса на вмещающие породы.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310203-3.

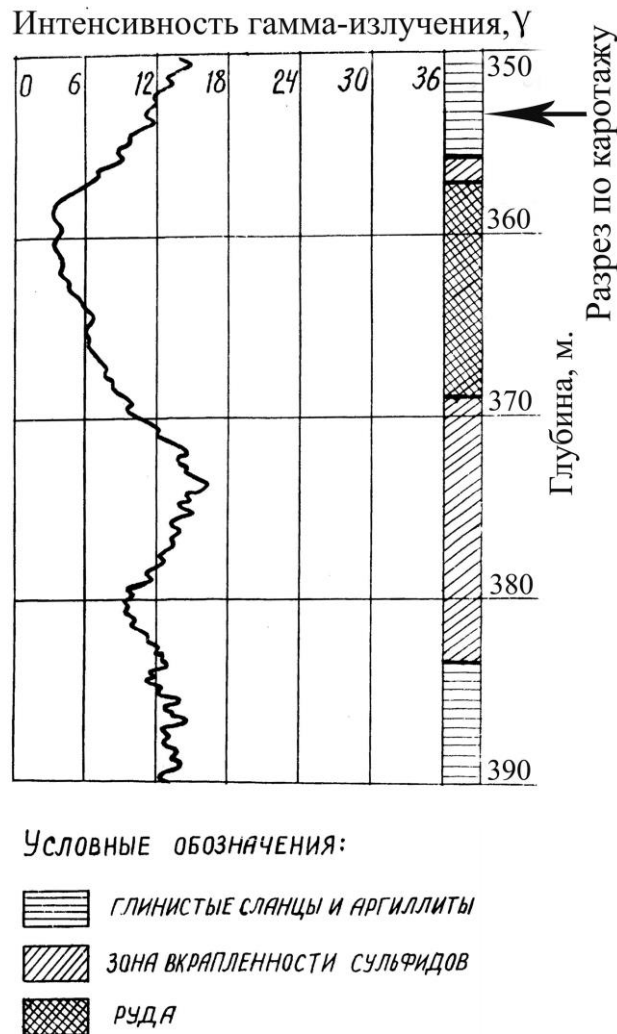


Рис.1. Фрагмент диаграммы гамма-каротажа скважины № 153П месторождения Кизил-Дере.
(По материалам ДГРЭ ПГО «Севкавгеология»)

Литература

1. Колчеданные месторождения Большого Кавказа / Ответств. редактор В.И. Смирнов. М.: Наука. 1973. 256 с.
2. Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М.: Наука. 1981. 436 с.
3. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. М.: Недра. 1990. 248 с.

УДК 551.4; 552

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-95-98

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ НИЗМЕННОГО ДАГЕСТАНА

Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Алхулаев К.Г., Юсупов З.А.

Институт геологии ДФИЦ РАН

В пределах аккумулятивной области низменного Дагестана преобладающими типами геологических памятников природы являются геоморфологический, гидроминеральный и минералого-петрографические типы [6]. Среди минералого-петрографических и геоморфологических памятников природы низменного Дагестана, нами изучено и описано около 15 объектов, которые имеют познавательное и эстетическое значение.

Ключевые слова: памятники природы, геоморфология, низменная область, типы памятников, аккумулятивная область, региональные, комплексные.

MINERAL-PETROGRAPHIC AND GEOMORPHOLOGICAL MONUMENTS OF THE NATURE OF LOW DAGESTAN

Yusupov A.R., Mamaev S.A., Mamaev A.S., Alkhulaev K.G., Yusupov Z.A.

Institute of Geology, DPRC RAS

Within the accumulative area of low-lying Dagestan, the predominant types of geological natural monuments are geomorphological, hydromineral and mineralogical-petrographic types [6]. Among the mineralogical, petrographic and geomorphological monuments of the natural environment of low-lying Dagestan, we have studied and described about 15 objects that have cognitive and aesthetic significance.

Key words: natural monuments, geomorphology, lowland area, types of monuments, cumulative area, regional, complex.

1. Минералого-петрографические памятники.

Первомайский карьер пильных известняков находится в 69 км к востоку от пос. Дагестанские Огни, по берегу Каспийского моря. Здесь разработано первомайское месторождение пильных известняков-ракушечников верхнесарматского яруса неогена. Этот карьер являлся сырьевой базой штучного стенового камня, обеспечившего строительство во многих районах Дагестана. Теперь здесь громадные ступенчатые котлованы, спускающиеся от периферии к центру. Наиболее глубокие части котлованов, расположенные ниже уровня Каспийского моря, заполнены сейчас водой. Площадь карьера является живописным местом и имеет учебное и эстетическое значение. Необходимо здесь сохранить следы разработок камня и водоемы, которые хорошо вписываются в эту курортную зону.

Сулакское месторождение песчано-гравийного материала расположено по обоим берегам реки Сулак в районе ж.д. станции Чирюрт (г. Кизилюрт). Месторождение занимает огромную площадь, однако разведана лишь десятая часть (Чирюртовский, Темираульский участки). Остальная часть месторождения занята под населенными пунктами и сельскохозяйственными угодьями. Разведанные запасы составляют более 150 миллионов кубических метров, которые разрабатываются рядом карьеров: «Дагестанским», Чирюртовским, Темираульским и другими. На карьерах добывается песок, гравий и производится щебень высоких марок. Сулакское месторождение песчано-гравийного материала является музеем эталонов горных пород, распространенных в горной части Дагестана и принесенных рекой Сулак [1]. Теперь прекратился рост возобновляемых запасов песчано-гравийного материала, в связи с тем, что каскад плотин ГЭС по Сулаку и его притокам задерживает в водохранилищах материалы, приносимые ранее водой реки.

Судьба Сулакского месторождения песчано-гравийного материала вызывает тревогу, так как разработка месторождения ведется не комплексно, застраиваются разведанные участки

и занимаются под отходы производства. Необходимо предпринять специальные меры для обеспечения охраны и рационального использования месторождения.

Сухокумское газоконденсатно-нефтяное месторождение расположено в 9 км к северо-востоку от г. Южно-Сухокумск. Месторождение открыто в 1956 году. Нефтяные, газовые и газоконденсатные залежи располагаются в ниже-меловых и верхне-среднеюрских отложениях в трех куполовидных поднятиях. Сухокумское месторождение является аналогом газоконденсатных месторождений этого района: Майского, Равнинного, Восточно-Сухокумского, Солончакового, Дахадаевского, Степного, Стальского, Тюбинского, состоящих из нескольких структур, где нефтегазовые и газоконденсатные залежи располагаются на глубинах 3400-3873 м.

Месторождения этой группы расположены в радиусе от 9 до 40 км от г. Южно-Сухокумск. Месторождение имеет промышленное и научное значение.

Самурское месторождение песчано-гравийного материала (песка, гравия, галечников, валунов) расположено в дельте р. Самур, в 2х км к югу от ж.д. станции Самур. Месторождение, занимающее значительную часть дельты реки, образовалось в результате приноса рекой разрушенных горных пород с высокогорной области Южного Дагестана. Месторождение является сырьевой базой промышленности строительных материалов южных районов Дагестана. Разведанные запасы составляют более 100 миллионов кубометров, которые приходятся на небольшую часть общей площади месторождения. В основном месторождение расположено под лесом и сельскохозяйственными угодьями.

Самурское месторождение имеет большое познавательное значение. Гравий и галечники этого месторождения являются представителями различных осадочных и изверженных пород, распространенных в Южном Дагестане.

К петрографическому составу галечников устья р. Самура проявлял большой интерес и описал еще в 1773 году академик С. Г. Гмелин – современник и сподвижник П. С. Палласа и И. А. Гильденштедта [4]. Из галечников Самура можно собрать хорошую музейную коллекцию. Месторождение имеет промышленное, познавательное и эстетическое значение.

Южно-Сухокумское нефтяное месторождение расположено в Ногайском районе, у одноименного города. Месторождение открыто в 1956 году. Нефть залегает в нижнемеловых и юрских отложениях в двух куполовидных поднятиях размерами: 5,1х3,5 км и 5,7х1,7 км; амплитуды поднятий соответственно 41 и 48 м. В нижнемеловых пластах нефть легче, чем в юрских. Попутные газы метановые. Начальная пластовая температура колеблется от 132 до 146°C, а начальное давление изменилось от 350 до 380 атм, возрастая с глубиной.

Южно-Сухокумское месторождение нефти является аналогом Мартовского, Перекрестного, Восход, Граничного месторождений этого района. Месторождение имеет научное и промышленное значение.

2. Геоморфологические памятники.

Аграханский полуостров (Уч-коса) находится на территории Махачкалинского горсовета, в 90 км от города Махачкала, на западном берегу Каспийского моря и расположен параллельно с одноименным заливом. Представляет широкий вал, отделяющий залив от моря. Его протяженность более 50 км, при ширине от 4х км в южной части до 9 км на севере.

Полуостров возвышается над уровнем Каспия на 4-8 м. Поверхность его сложена крупнозернистыми песками и морской ракушкой.

По полуострову, вдоль берега моря прожжена узкоколейная железная дорога, соединяющая рыбные промыслы с пос. Лопатин. По средней части полуострова (с юга на север) проходит граница территории Махачкалинского горсовета с Бабаюртовским районом. Этот полуостров представляет собой живописную пустыню на западном берегу Каспия.

Абразионный уступ (клиф) «Каспий». На побережье Каспийского моря много интересных абразионных террас, уступов (клифов), «котлов» и других форм, связанных с абразионной деятельностью отступающего на сушу моря. Один из интереснейших абразионных уступов про-

стирается вдоль берега моря в районе устья р. Манас и санатория «Каспий». Он образован в результате приобоя (волн) на хвалынскую террасу древнего Каспия, сложенную цементированными (на глинистом известковистом цементе) галечниками. Эти галечники состоят, в основном, из карбонатных пород – белых известняков, бурых и серых суглинков с прослойками песков (кварцевых и ракушечных).

Высота уступа достигает 30 метров, который окаймляет прибрежную террасу новокаспийских отложений – пляжевых песков.

Этот абразионный уступ на хвалынской террасе и параллельная пляжевая полоса новокаспийских песков у санатория «Каспий» поворачиваются на восток (к морю), образуя здесь мыс Культик с небольшим заливом. Санаторий «Каспий» расположен в амфитеатре над этим заливом под абразионным уступом. Этот уголок является более интересным и живописным. Здесь абразионной деятельностью моря и эрозионной деятельностью поверхностных вод образованы громадные столбы (полупирамиды) выветривания с причудливыми формами, на фоне которых расположены здания санатория, обращенные к морю. Особенно хорошо обозрим этот вид с берега моря. Украшающим и привлекающим внимание здесь является и горизонт подземных вод хвалынского яруса (древнекаспийских отложений), выклинивающийся на стенках уступа в виде многочисленных холодных, прозрачных родников.

В целом район устья р. Манас-Озень и санатория «Каспий» представляется интересным для изучения деятельности моря и истории древнего Каспия.

Река Манас-Озень приносит к берегу моря разные минералы, особенно из области распространения на поверхности чокракских и караганских песчаников, а в прибойной зоне моря, в результате естественного шлихования морем, откладываются тяжелые минералы, в которых отмечены геологами ценные и редкие минералы.

Поднимаясь с берега моря, над хвалынским абразионным уступом видим ровную хвалынскую террасу, которая выше (ближе к железной дороге) сменяется сглаженным уступом и террасой более древних отложений хазарского яруса и дальше, ближе к горам, террасой Бакинского яруса. Эти древнекаспийские террасы изгибаются к реке Манас-Озень, соединяясь с древнеречными террасами. Очень важно сохранение древнекаспийских и сочленяющихся с ними речных террас и останцев выветривания хвалынской террасы у санатория «Каспий». Эти морские и речные террасы – листы летописи истории Каспийского моря и истории четвертичного периода этого района.

В целом абразионные уступы и древнекаспийские террасы района р. Манас-Озень представляют научный и эстетический интерес.

Брянская коса расположена на берегу Каспийского моря в южной части Кизлярского залива, в 9 км к северу от с. Брянска. Коса образована в результате отложения песчано-глинистого материала (песка), приносимого к берегу моря, рукавом р. Терек (р. Таловки), которым вытеснялось море наращиванием косы (полуострова). Сейчас воды р. Таловки не доходят до моря и вместо роста полуострова, в результате абразионных процессов моря, происходит сокращение площади косы, которая принимает округлую форму. Брянская коса сложена новокаспийскими песками и морской ракушкой, образующими дюны высотой до 7-8 м, которые расположены вдоль берега моря. Коса имеет научное значение для изучения истории четвертичного периода.

Сулакская коса расположена в 38-42 км к северо-западу от г. Махачкалы, на западном берегу Каспийского моря. Площадь косы около 25 кв. км (ширина 2-4 км и длина 7 км). Образована она вековыми наносами р. Сулак. Состоит, в основном, из разнозернистых песков с примесью гравия и ила.

В юго-западном конце косы, от которого начинается этот полуостров, расположен Главсулак (поселок рыбаков). Река Сулак протекает по центру косы, от реки ответвляются рукава на восток (старое русло Сулака). Сулакская коса от поселка Главсулак росла вглубь моря,

вытесняя его осаждаемыми у берега наносами реки. Теперь положение изменилось в связи с задержкой наносов реки (галечников и песков) в водохранилищах ГЭС. Наносы не доходят до моря, рост Сулакской косы прекратился. Теперь наоборот, абразионной деятельностью моря Сулакская коса постепенно будет размываться, что потребует проведения мероприятий по укреплению берегов моря.

Суюткина коса находится на западном берегу Каспийского моря в 6 км к северу от с. Суюткино. Коса образовалась в результате приноса песчано-глинистого материала рукавом Старого Терека к побережью моря. Коса заходит в море треугольником в северном направлении, протяженность косы 3,5 км. К западу от мыса косы расположен залив, углубившийся в сушу на 3 км. Суюткина коса расположена к юго-востоку от Брянской косы (4) на 24 км. Между этими косами и далее к востоку, до р. Ст. Терек, побережье моря сложено новокаспийскими песками, которые образуют красивые пляжевые полосы с дюнами, возвышающимися на 6-8 м над берегом.

Суюткина коса и прилегающие пляжевые участки побережья имеют большое познавательное и эстетическое значение.

Многие объекты сами по себе представляют крупные, региональные и комплексные памятники неживой природы, хотя они не относятся к памятникам природы, подлежащим охране и контролю [2; 3; 5].

Не квалифицировать их как памятники неживой природы и не описать их равносильно тому, чтобы не сказать о величии, первозданной красоте неживой природы Дагестана. Эти крупные по масштабам (значительной площади) памятники имеют не только геоморфологическое и эстетическое значение. Они также являются региональными и комплексными, воплощающими в себе многие другие типы памятников неживой природы. Поэтому считаем целесообразным, наряду с охраняемыми и паспортизируемыми памятниками природы, описать их и включить в путеводитель, как учитываемые региональные и комплексные геоморфологические памятники природы.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственных заданий ИГ ДФИЦ РАН по темам НИР Рег. номер НИОКТР АААА-А17-117021310202-6, АААА-А19-119122690018-8.

Литература

1. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И. Области распространения и типы геологических памятников Дагестана // Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. / Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 63. Махачкала 2014. С. 335-340.
2. Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Курбанова Г.М., Гусейнова А.Ш. Природные памятники области внутреннего сланцевого Дагестана. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 66. Махачкала 2016. С. 120-124.
3. Юсупов А.Р., Сулейманов В.К., Алимагомедов А.А., Алхулаев К.Г. Природные памятники области известнякового Дагестана. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 1 (76). Махачкала 2019. стр.8-13.
4. Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Природные памятники высокогорного Дагестана.// Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 1 (80). Махачкала 2020. С 119-121
5. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Геологические памятники области предгорного Дагестана.// Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 3(82). 2020. С 98-100
6. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Алхулаев К.Г., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Геологические памятники природы низменного Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 4(83). 2020. С 95-97.

УДК 553.411

DOI: 10.33580/2541-9684-2020-84-1-99-102

ВАТНЫЕ ШТАНЫ

Мацапулин В.У.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Приведены воспоминания автора о начале профессиональной деятельности, геолога на производстве в условиях заполярья. Где он был первооткрывателем богатейшего золотоносного узла, в центральной Чукотке

Ключевые слова: бурение, шурфовка, балок, долины, профиль, геолог-разведочная партия, золото, россыпь

WOODEN PANTS

Matsapulin V.U.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

The author's recollections of the beginning of his professional career as a geologist in production in the Arctic are given. Where he was the pioneer of the richest gold mine in central Chukotka

Keywords: drilling, punching, beams, valleys, profile, geological exploration party, gold, placer

После окончания геологического факультета СКГМИ Северо-Кавказский горно-металлургический институт г. Орджоникидзе (ныне Владикавказ, Осетия), в 1962 году по распределению меня направили на работу в СВГУ (Северо-Восточное геологическое управление г. Магадан) с тремя сокурсниками, в том числе и В.И. Гончаровым – будущим главой Магаданской области, академиком Дальневосточного отделения РАН.

В сентябре месяце мы все прибыли в Магадан и явились в отдел кадров СВГУ. Были штатные места в Анадырь – крайний северо-восток, остальные места на Колыме, вблизи г. Магадан. Хотелось попасть на Чукотку, но меня опередил мой сокурсник. Я выразил желание поехать на Чукотку. Мне сказали, что сделают запрос и если будут места, то направят на Чукотку. Ответ пришел из Чаунского РайГРУ (районное геологическое управление) пос. Певек (ныне это город). Я вылетел в Певек. В коридоре управления в Магадане я в стенгазете прочитал заметку «Не такой я человек, что бы поехать на Певек». Но я стал таким человеком, который захотел поехать на Певек. Через два дня я был в Певеке, в районном управлении, откуда меня отправили в Куэквуньскую разведочную партию. Это самолетом ИЛ-14 на мыс Шмидта (напротив о. Врангеля, откуда отправляли все полярные метеостанции СП в Северный ледовитый океан). С мыса вглубь материка порядка 120 км, располагалась база ГРП, куда я прибыл примерно в середине сентября. С базы партии меня направили ст. техником – геологом в буровую бригаду ударно-канатного бурения. Это два буровых станка и дизельная станция от которой они работали. Работа велась в две смены. Буровой сезон уже заканчивался, т.к. вступала в свои права зима, тундра промораживалась, вода, без которой бурение не возможно, так же во всех водотоках промерзла. К концу сентября мы вернулись на базу партии. Начался сезон шурфовки. В партии существовали три основных вида работ – это шурфовка, бурение, промывка грунта, вспомогательные службы – транспортная (механический цех) и контора.

В связи с началом шурфовки меня направили в Пильхинкуульский разведочный участок горным мастером. Должны были сформировать для меня бригаду шурфовщиков и перевезти в верховье долины р. Пильхинкууль для производства работ. Где-то в начале ноября я добрался до Пильхинкуульского участка и стал ждать создания бригады. Все шурфовщики и промывальщики участка жили в балках – деревянные щитовые домики на полозьях, для перетаскивания их по шурфовочным профилям в долинах речек. Всего было 4-5 домиков, расположенных компактно в 40-50 м друг от друга в долине речки.

Перед выездом на Пильхинкууль мне выделили спецодежду: валенки больших размеров, высотой до колен на одну ногу их необходимо было изнашивать, пока они не сформируются на правый и левый валенок, неказистый полушубок до колен; ватный костюм – брюки ватные и фуфайка – стеганные, рукавицы – шубинки, мехом во внутрь. Эта спецовка была, одного типа и размера для мужчин и женщин. Для меня вся спецодежда была короткой. Когда мы наряжались в эту спецовку, то нас можно было выставлять вместо пугало на огороды. В общем, дизайн был такой – лишь бы не замерзли. Особенно неудобны были ватные штаны. Они были очень теплые, не продуваемые. В тихую погоду, в них я не мог ходить, так как было очень жарко, и я сильно потел. Валенки приспособлялись, подгибали – чтобы не давили под коленом. А в общем эта обувь мне – нравилась больше всего – легкая и теплая. Унты были в продаже цигейковые (40 руб. пара). По форме они были элегантнее валенок, но тяжелее их и основной недостаток – в цигейковое голенище набивался снег, который в теплом помещении таял, цигейковый мех намокал, с валенками этого не происходило. Хорошие унты были из собачьего меха. Они не впитывали влагу, легко отряхивались от снега и были гораздо симпатичнее цигейковых унтов, хотя и стоили (30 руб.) дешевле их. Беда была только в том, что их в продаже не было. Они шли как спецовка для летного состава – спецодежде, которого мы завидовали – собачьи унты, кожаные куртки, удлиненные куртки типа полушубка с капюшоном на собачьем меху. Особую зависть вызывали кожаные куртки (воспетые Визбором в известной песенке тех времен – «кожаные куртки брошенные в угол, тряпкой занавешено низкое окно, бродит за ангарами северная вьюга, в маленькой гостинице уютно и тепло.) Куртки были из хорошего материала (кожи), отлично сшитые. В настоящее время не встретишь подобных курток в продаже.

В начале ноября месяца начиналась пурга. Знаменитые Чукотские пурги – если дуют один день и не перестают, то будут дуть три дня, если не перестали – то девять дней, если не перестали дуть девять дней, будут дуть месяц. В такую длинную пургу мы как раз и попали. Во время пурги нельзя выходить свободно из помещения, потому что в пурге человек не видит ничего в двух шагах, теряются ориентиры в пространстве, заблудиться можно легко. Поэтому правило – не выходить из помещения, а если вышел, то не терять ориентиры.

В период пурги мы сидели по балкам, ели, распивали чай (спиртного не было – сухой закон), читали книги, журналы, слушали приемник «Родина». Тогда еще не было Спидолы. А когда она появилась, многие обзавелись этим приемником. Этакое было малоподвижное житие.

Где – то в середине ноября произошло ЧП – пропал один шурфовщик – Владыкин, по прозвищу утконос, из-за приплюснутого носа, имевшего такую форму то-ли из-за драки, то-ли из-за бокса. Он вечером пошел в соседний балок легко одетым, одолжить курица и не вернулся. К утру заметили, что его нет, обошли все балки его нет – значит, заблудился, сгинул. Что делать? Дует пурга ничего нельзя предпринять. После окончания пурги начальник участка решил организовать поиски пропавшего. То ли была такая инструкция, то ли он связался по рации с начальником партии и ему поступило указание – провести поиски, а может он по своему разумению принял такое решение. Одно было ясно, что толку от этих поисков никакого не будет. Понятно, что человек погиб и где его искать, в какой стороне одному Богу известно. Было ясно, что это мероприятие формальное, никакой пользы от него не будет. Ну не скажешь же начальнику все это, он может уличить в чем угодно. Поэтому решили на следующий день – с утра начать поиски. Как искать, где искать ничего нам начальник не разъяснил, никакого инструктажа не провел. Я с утра выпил чаю, есть не хотелось, оделся – валенки, ватные штаны, полушубок, рукавицы и пошел вниз по долине речки. Снежный наст не был плотный, проваливался, вызывал затруднение при ходьбе. Вначале это не особо ощущалось, но в дальнейшем это вызывало затруднение. Я отошел от балков километров 5-6, начало смеркаться, ведь на дворе была полярная ночь, да и почувствовал усталость и решил возвращаться в лагерь. Все больше уставал, труднее стало переставлять ноги по проваливающемуся насту. Во рту пересохло, хотелось пить, стал есть снег, утоляя жажду. После чего сильно хотелось есть. Я сильно стал

уствовать при движении. В лагере проявляли беспокойство, разожгли костер. Я его хорошо видел, но силы быстро истощались. Оставалось километра 1,5 – 2 до балков, но я уже не мог идти. Я садился, отдыхал через каждые 40-50м. Хорошо, что на мне оказались ватные штаны. Как я благодарил Бога, что он надоумил меня одеть их. Ведь я мог выйти без них, налегке, одеть шерстяное китайское белье, которое меня бы не спасло. Садился на снег отдыхал по несколько минут, вставал и шел дальше к домикам. Таким способом «вприсядку» я добрался до лагеря. Подойдя к балку, я был настолько истощен, что самостоятельно не мог открыть входную дверь. Сев на порожек я ждал пока кто-либо не выйдет из помещения. Наконец вышел один из шурфовщиков, открыв дверь он увидел меня, впустил во внутрь. Я вошел в балок согрелся, сильно хотелось есть. Ребята накормили горячим супом. Сразу же восстановились силы, и я пошел к своему балку. Так закончились поиски, которые чуть не стали трагедией.

Вспомнив этот эпизод, вспомнилась пословица, что люди не учатся на своих же ошибках. Ведь подобный случай произошел со мной в том же (1962) году еще в институте. В преддипломный период выдалось свободное время и мы с друзьями - Гончаров В.И. – будущий академик, Дубина Г.А.) решили, проветриться и на велосипедах прокатиться из г. Орджоникидзе на голубые озера в Кабардино-Балкарии, на расстоянии более 100 км в один конец. Выехали ранним утром, общепит еще не работал, да и в такую рань есть не хотелось. Проехали примерно половину пути, я сильно проголодался (порастерял все силы) настолько, что не мог крутить педали. Я сказал об этом своим спутникам. Решили пообедать. Старший из нас Геннадий вскрыл банку сгущенки и дал мне, я выпил полбанки и удивительно – силы моментально восстановились, как будто ничего и не было. Случай был точь в точь с тем, что произошло со мной в первые месяцы работы на Чукотке. И если бы я вспомнил это на Пильхинкууле, то наверняка предпринял бы меры предосторожности. А всего то и нужно было взять с собой несколько кусочков сахара, галет и фляжку воды. Ну хорошо, что обошлось все «хеппи эндом», а могло бы ...

А замерший труп Владыкина нашли весной чукчи-оленеводы при перегоне оленьих стад в устье р. Пильхинкууль в 15-20 км от базы участка. Его опознали по одежде. Открытые части тела (лицо, руки) были обгрызаны песцами.

Хочется сказать, что мы не зря коптили Чукотское небо. В начале геолого-разведочная партия, затем преобразовалась в Шмидтовскую экспедицию, вели поиски и разведку золотоносных россыпей. За этот период (1962-1970гг) было открыто семь золотоносных россыпей р. Рывеем (крупнейшая россыпь на Северо-Востоке, за которую автор получил диплом первооткрывателя, р. Пильхинкууль – несколько меньше Рывеемской и россыпи с запасами (1-5 т.) ручьев: Астория, Северный, Рогач, Умкрынэт, Верховье р. Пильхинкууль. Они компактно составили Пильхинкуль-Рывеемский золотоносный узел. По трем мелким россыпям автором были написаны отчеты с подсчетом запасов в ТКЗ. По крупным россыпям отчеты писались в ГКЗ уже после меня (1970).

В связи с этим нужно сказать, что объединение Северо-Восток–золото, добывающее предприятие на Колыме и Чукотке, мало считалось с ГКЗ и принимало месторождения в эксплуатацию по экспертизе своих специалистов. Так месторождение Пильхинкууль стало обрабатываться в 1963 году, когда был установлен только ее участок длиной – 400 м и шириной – 200 м. По их просьбе запасы участка были переданы по акту. На основании чего в конце 1962 года Магадан, снарядив тракторно- (11 штук С-100) санный поезд, отправил его на Чукотку в наш адрес. В январе этот поезд прибыл на место назначения и начался разворот работ по строительству пос. Полярный и одноименного прииска по добыче золота. Это решение было ошибочное – одновременно строить поселок и производить добычу металла. Так как поселок стали строить наспех, без предварительной подготовки. В результате поселок получился грязный, в летнее время утопал в оттаявшей тундре. Кто виноват, областное начальство или Москва надавила? Неизвестно. Прииск Ленинградский и одноименный поселок строились так же, на осно-

вании акта о передаче запасов в эксплуатацию Рывеемской россыпи. Но здесь поступили грамотно – отсыпали площадь поселка гравийно-галечной смесью из русла р. Рывеем и на ней произвели все необходимые постройки. Поселок получился сухим и чистым.

Результатом работ экспедиции явилось: открытие Пильхинкуль-Рывеемского золотоносного узла, строительство двух золотодобывающих приисков – Полярный и Ленинградский, объединенных в Полярненский горно-обогатительный комбинат, строительство двух поселков одноименных с приисками, организации нового административного деления – Шмидтовский район.

На мелкомасштабных географических картах рядом с мысом Шмидта отмечаются поселки – Ленинградский, Полярный, которые обязаны своим происхождением работам геолого-разведчиков заполярья Шмидтовской экспедиции.

ЮБИЛЕИ

ГРИГОРИЙ ИВАНОВИЧ ДЕЙНЕГА (2019-1992)



В жизни каждого научного сотрудника в период его становления и научной деятельности обязательно встречается яркая личность, которая оставляет определенный след в формировании всей его дальнейшей жизни, научного потенциала, профессионального мастерства и умения работать в коллективе единомышленников. Таких людей обычно называют человеком с большой буквы. Ярким примером неординарной личности в нашем институте был ученый, организатор науки – Дейнега Григорий Иванович.

Можно долго перечислять о различных направлениях в науках о Земле, в которых принимал участие Григорий Иванович, но особо отмечают сотрудники нашего института тот момент, когда он возглавил новое направление в Институте геологии Дагестанского филиала АН СССР связанное с изучением проблем техногенной сейсмичности. Совместно с другими своими коллегами Рем Александровичем Левковичем и Сергеем Арестакесовичем Каспаровым Григорий Иванович организовал геофизические наблюдения в районе Чиркейского водохранилища. В 1976 году были начаты работы по изучению электрических, магнитных и гравиметрических полей земной коры, которые продолжались более 20 лет.

Особым уважением сотрудники института прониклись к нему, когда узнали о биографии его жизни. Дейнега Григорий Иванович родился 21 декабря 1919 г. на хуторе Казаче-Малеваный Кореновского района Краснодарского края. Сложное было время как и жизнь простых людей того времени. В 1929 г., за отказ вступать в колхоз, вся семья была выслана в сов-

хоз «Пахтаарал» Южно-Казахстанской области. Но несмотря на трудности Григорий Иванович в 1936 г. после окончания школы поступает в Чимкентский геологоразведочный институт на гидрогеологический факультет. В 1941 г. в начале июня были сданы последние экзамены, и после получения диплома молодой специалист ожидал, как и все выпускники, направление на работу. Но начавшаяся Великая Отечественная война внесла свои коррективы. Как имеющего высшее образование, его направляют в Москву, в академию химзащиты. 7 ноября 1941 г. будучи слушателем академии, участвует в известном параде на Красной площади, и как все участники после завершения парада был отправлен на передовую. Как он потом вспоминал, из всех курсантов после первого же боя в живых осталось всего несколько человек, а его с тяжелым ранением вытащил на себе его однокурсник, что и спасло ему жизнь. После длительного лечения в Москве его направили на долечивание в Азербайджан, где после годичной реабилитации Григорий Иванович был признан ограниченно годным. Военную службу продолжил в качестве районного военкома. За участие в войне он был награжден медалями: «За оборону Москвы», «За победу над Германией» и в дальнейшем всеми юбилейными медалями.

После окончания войны, получив диплом, Григорий Иванович был направлен в Юго-Западный Казахстан, где в то время разворачивалось освоение целинных и залежных земель. Будучи руководителем гидрогеологической партии в начале 50-х годов, прилагая огромные усилия по поиску и добычи артезианских вод, он непосредственно занимался вопросом водоснабжения будущих колхозов и совхозов питьевой и поливной водой.

До 1955 г. семья жила в г. Алма-Ата, затем перебирается в г. Баку, где Григория Ивановича назначают начальником гидрогеологической партии, которая занимается бурением артезианских скважин в Ленкоранской области Азербайджанской ССР.

В 1956 г. он получает назначение в г. Махачкалу на должность начальника Дагестанской геологической экспедиции Азербайджанского геологического управления, и семья переезжает вместе с ним. Через год произошло слияние геологических организаций и была образована Дагестанская Комплексная геологическая экспедиция, где Григория Ивановича Дейнега сначала назначают начальником гидрогеологической партии, а затем он становится главным геологом экспедиции. Богатый опыт работы в Средней Азии позволил ему в кратчайший срок провести работы в области гидрогеологических исследований севера Дагестана и обеспечить питьевой и поливной водой колхозы и совхозы в Хасавюртовском, Бабаюртовском и Кизлярском районах и как следствие привело к успешному развитию производства сельхозпродукции. На этой должности он проработал восемь лет, однако стремление познать новое и перспективное в области наук о Земле Григорий Иванович принимает решение перейти на работу в научную организацию, что было и сделано в 1964 году, он переходит в Институт геологии, который тогда относился к Министерству геологии СССР. Наличие большого опыта работы и целеустремленности в скорости Григорий Иванович становится ученым секретарем Института.

Будучи ученым секретарем Института геологии, Григорий Иванович активно принимает участие в формировании тематических научных сборников и их редакции. Имея богатый опыт, помогал молодым ученым в оформлении статей и различных публикаций, умел заряжать их творческим энтузиазмом.

Дейнега Григорий Иванович ушел из жизни в 1992 году, но начатое им в Институте геологии новое направление, по изучению техногенной сейсмичности, продолжает успешно развиваться и по сей день.

Память о нем останется навсегда в сердце каждого, кто имел счастье знать и работать вместе с ним как об интеллигентном человеке и профессионале своего дела.

Главный редактор журнала, д.г.-м.н. Черкашин В.И., д.ф.-м.н. Идармачев Ш.Г.

Информация для авторов

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

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

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

Правила оформления рукописи в журнале

Название журнала: "Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Геология и ресурсы Кавказа".

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

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

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

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

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

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

6. Тексты статей будут проверяться на плагиат на специальных сайтах.

7. Рукопись должна быть окончательно проверена, датирована, подписана всеми авторами. Допускается отправка по электронной почте отсканированных листов публикации с подписями авторов.

Технические требования

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

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

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

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

Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

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

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

© Коллектив авторов

ISSN: 2541-9684

Научное издание

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

Ежеквартальный научный журнал
"Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН"
Выпуск № 1 (84) 2021

Издаются по решению ученого совета ИГ ДФИЦ РАН

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

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

Подписано в печать 20.04.2021 г. Формат 60×84¹/₈.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 13,75. Уч.- изд. л. 6,09. Тираж 200 экз. Заказ №20-12-08.



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, e-mail: alefgraf@mail.ru