



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геологии
Дагестанского научного центра

ISSN: 2541-9684

№ 4 (79), 2019
Ежеквартальный
научный журнал

**"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"**

Издается по решению Ученого совета
Института геологии ДНЦ 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
д.г.-м.н., профессор ИГиГ НАН Азербайджана
д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНЦ РАН,
д.г.-м.н., профессор, ИГиС НАН Армении
министр природных ресурсов и экологии РД
д.ф.-м.н., Чеченской академии наук
член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
академик РАН
академик РАН, ГИН РАН
д.т.н., д.э.н., профессор
член-корреспондент НАН Азербайджана

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н., г.н.с.

к.т.н., с.н.с.

д.т.н., г.н.с.

к.ф.-м.н., с.н.с.

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.ф.-м.н., профессор

к.г.-м.н., с.н.с.

д.г.-м.н., г.н.с.

д.б.н., г.н.с., профессор

к.ф.-м.н.

д.ф.-м.н., в.н.с.

к.г.н., с.н.с.

д.ф.-м.н., профессор

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

д.г.-м.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н., с.н.с.

к.ф.-м.н.

к.г.-м.н.

д.т.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н.

к.ф.-м.н., доцент

н.с., (ответственный секретарь)

н.с., (составитель)

Алхасов А.Б.
Асхабов А.М.
Богуш И.А.
Гаврилов Ю.О.
Глико А.О.
Гусейнов Д. Д.
Заалишвили В.Б.
Карапетян Д.К.
Карачаев Н.А.
Керимов И.А.
Морозов Ю.А.
Рабаданов М.Х.
Рундквист Д. В.
Федонкин М.А.
Чагучиев М. Ч.
Алиева Э.Г.М

Черкашин В.И.

(главный редактор)

Мамаев С.А.

(зам. главного редактора)

Абдуллаев Ш.-С.О.

Алиев И.А.

Ахмедов Г.Я.

Ахмедов С.А.

Ашурбеков Н.А.

Газалиев И.М.

Гусейнов А.А.

Залибеков З.Г.

Ибаев Ж.Г.

Идармачев Ш.Г.

Идрисов И.А.

Курбанисмаилов В.С.

Магомедов Р.А.

Маммаев О.А.

Мацапулин В.У.

Таймазов Д.Г.

Темирбекова У.Т.

Тотурбиев Б.Д.

Юсупов А.Р.

Якубов А.З.

Гусейнова А.Ш.

Абдулмуталимова Т.О.

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

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

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

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

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

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

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

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

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdncran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАКРО- И МИКРОКОМПОНЕНННОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ ДАГЕСТАНА <i>Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Ибаев Ж.Г.</i> | 5 |
| СКОРОСТНОЙ РАЗРЕЗ НОВЕЙШЕГО ПЕРЕДОВОГО ПРОГИБА В ОБЛАСТИ ДАГЕСТАНСКОГО ВЫСТУПА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Гаджиев А.М., Левкович Р.А.</i> | 21 |
| ОТРАЖЕНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИКИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ СЛАНЦЕВОГО ДАГЕСТАНА <i>Магомедов Р.А.</i> | 27 |
| ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РСО-АЛАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ <i>Дзеранов Б.В., Чернов Ю.К.</i> | 34 |
| СООРУЖЕНИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН С КОЖУХОВЫМИ ФИЛЬТРАМИ В ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТАХ С ТОНКОЗЕРНИСТЫМИ ПЕСКАМИ (НА ПРИМЕРЕ РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА) <i>Кондаков В.М., Ибаев Ж.Г.</i> | 41 |
| КОРРЕЛЯЦИЯ ВАРИАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ДАГЕСТАНА В 2019 г. <i>Алиев И.А., Магомедов А.Г.</i> | 45 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ УРОВНЕЙ ВОДЫ В СКВАЖИНЕ И ВОДОХРАНИЛИЩЕ В РАЙОНЕ ПЛОТИНЫ ЧИРКЕЙСКОЙ ГЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ РЯДАМИ УРОВНЯ <i>Идармачев, И.Ш., Децереvский А.В., Марченко М.Н.</i> | 51 |
| ДВЕ МОДЕЛИ СЕЗОННЫХ ВАРИАЦИЙ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД В СКВАЖИНЕ В ЗОНЕ ОБХОДНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПЛОТИНЫ ЧИРКЕЙСКОЙ ГЭС <i>Идармачев И.Ш., Децереvский А.В., Марченко М.Н., Идармачев Ш.Г.</i> | 56 |
| ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОПОЛЕЙ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ <i>Алиев И.А., Магомедов А.Г.</i> | 62 |
| О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ В ЗАКАТАЛЬСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА 5 ИЮНЯ 2018 г. <i>Асманов О.А., Адилев З.А.</i> | 71 |
| КОМПОЗИЦИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО КРЕМНИСТОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА <i>Тотурбиева У.Д.</i> | 75 |
| ТЕХНОГЕННОЕ ПРОВОЦИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОЙ АКТИВНОСТИ <i>Чотчаев Х.О., Мельков Д.А., Архиреева И.Г.</i> | 79 |
| ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ (ПРИРОДНЫЕ) ПРОЦЕССЫ В РАЙОНЕ г. ДЕРБЕНТ (причина и следствие) <i>Идрисов И.А., Сулейманов В.К., Черкашин В.И.</i> | 90 |
| РОЛЬ МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЗИЛ-ДЕРЕ В СОВРЕМЕННОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ САМУРСКОГО БАССЕЙНА (ДАГЕСТАН) <i>Айтеков М-П.</i> | 100 |
| О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ДАГЕСТАНА И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ <i>Залибеков З.Г.</i> | 105 |

АНАЛИЗ В ГИС ТЕХНОЛОГИЯХ ВЗАИМОСВЯЗИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕННОСТИ
НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

О.Г. Бурдзиева, Т.В. Закс, А.С. Кануков, К.В. Корбесова 115

РОЛЬ НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИГ ОП ДФИЦ РАН

Юсупов А.Р., Алхулаев К. 124

УДК 504.4; 556.388

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-5-20

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАКРО- И МИКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ ДАГЕСТАНА

*Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Ибаев Ж.Г.
Институт геологии Дагестанского ФИЦ РАН*

Приведены гидрогеологические условия Терско-Кумского артезианского бассейна в пределах Дагестана, время и условия его формирования. По площади Дагестана составлены картограммы мышьякового природного загрязнения для водоносных комплексов. По формуле Дюпюи рассчитаны приходные и расходные статьи баланса подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Отток подземных вод за пределы Дагестана – в акваторию Каспийского моря и в Калмыкию, составляет 4% от естественных ресурсов (1664 тыс.м³/сут) или 70 тыс.м³/сут. Большая расходная часть выражена испарением с уровня грунтовых вод (до 700-900 тыс.м³/сут), меньшая часть – разгрузкой в реки (530 тыс.м³/сут), и порядка 380-500 тыс.м³/сут – современным водоотбором. Увеличение концентрации микрокомпонентов, в т.ч. мышьяка, в восточном направлении связано с продолжительным временем выпаривания грунтовых вод и одновременного перетекания подземных вод из нижних водоносных комплексов в верхние.

Ключевые слова: Терско-Кумский артезианский бассейн, баланс подземных вод, выпаривание вод, мышьяк, концентрирование.

GEOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF THE MACRO- AND MICROCOMPONENT COMPOSITION OF UNDERGROUND WATERS OF THE TERSK-KUMSK ARTESIAN-POOL IN DAGESTAN

*Kondakov V.M., Gazaliev I.M., Kurbanova L.M., Ibaev G.G.
Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS*

The hydrogeological conditions of the Tersko-Kum artesian basin within Dagestan, the time and conditions of its formation are given. The area of Dagestan compiled cartograms of arsenic natural pollution for aquifers. According to the Dupuis formula, the income and expense items of the balance of groundwater used for drinking water supply are calculated. The outflow of groundwater outside Dagestan - to the Caspian Sea and Kalmykia - is 4% of natural resources (1664 thousand m³ / day) or 70 thousand m³ / day. A large part of the discharge is expressed by evaporation from the groundwater level (up to 700-900 thousand m³ / day), a smaller part is expressed by discharge into rivers (530 thousand m³ / day), and about 380-500 thousand m³ / day by modern water withdrawal. An increase in the concentration of microcomponents, including in the eastern direction is associated with a long time of evaporation of groundwater and the simultaneous flow of groundwater from the lower aquifers to the upper.

Keywords: Terek-Kum artesian basin, groundwater balance, water evaporation, arsenic, concentration.

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

С целью оценки прогнозно-эксплуатационных ресурсов подземных вод (ПЭРПВ) для Северо-Кавказского региона было принято следующее гидрогеологическое районирование, где Равнинный Дагестан относится к Восточно-Предкавказскому бассейну пластовых и блоково-пластовых напорных вод (второго порядка), к Терско-Кумскому артезианскому бассейну (третьего порядка) [9]. Далее, по тексту, Равнинный Дагестан будем называть СДАБ (Северо-Дагестанский артезианский бассейн). Обследованием артезианских скважин на территории СДАБ занимались Дагестанская геологоразведочная экспедиция (ДГРЭ), Институт Геологии ДНЦ РАН, Георесурс-Оптим и другие организации. Распространение водоносных комплексов (ВК) в вертикальном разрезе показано на рис.1, 2. Перечисленные ВК имеют наименьшую мощность в зоне питания и на западе Ногайского района, а наибольшую – на востоке, в центральной части Терско-Сулакского прогиба (линия сел. Бабаюрт – пос. Сулак).

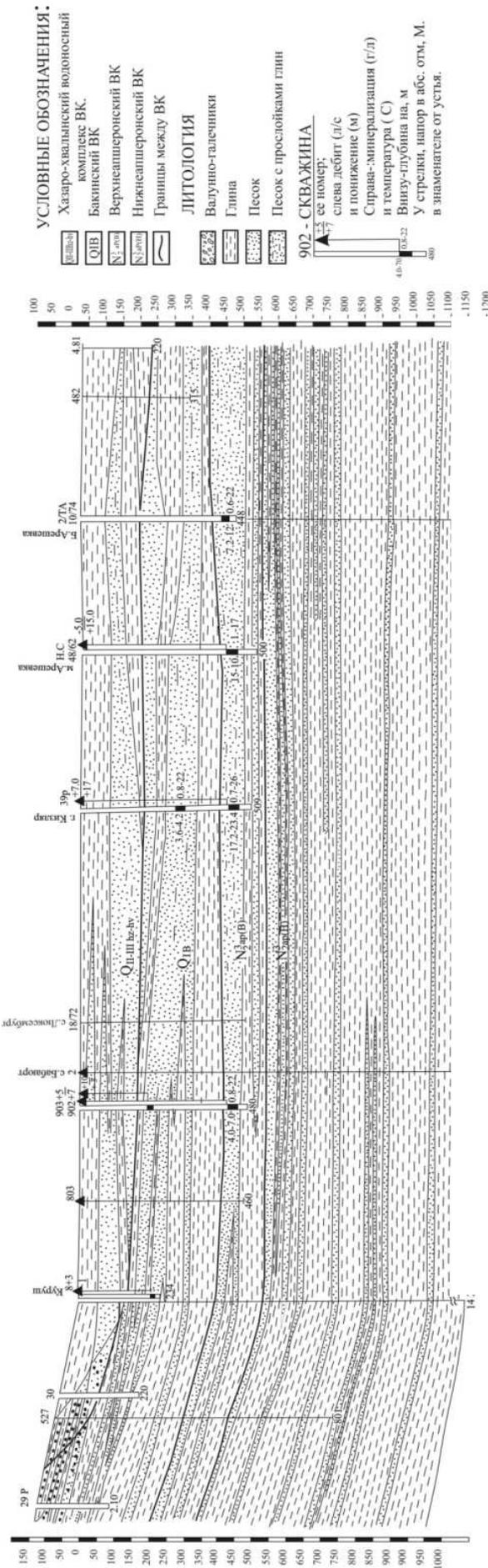


Рис. 1. Литолого-гидрогеологический разрез по линии Хасавюрт–Б. Арешевка.

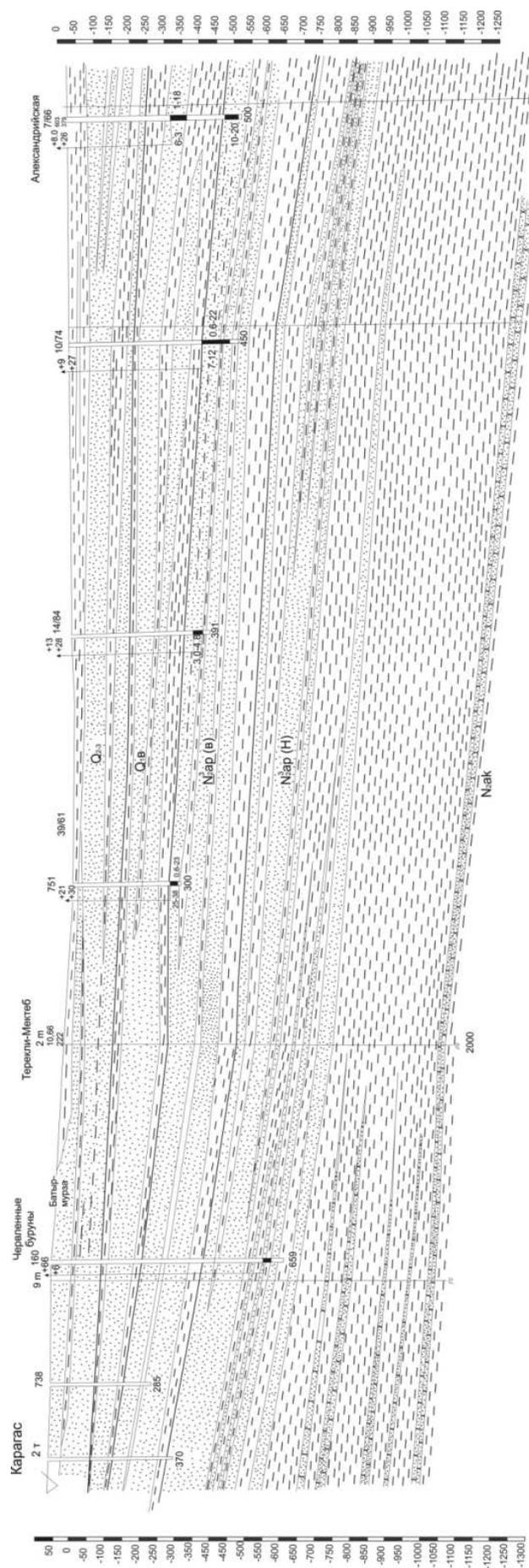


Рис. 2. Литолого-гидрогеологический разрез по линии Карагас-Б. Арешевка-Александрейская

Увеличение мощности отложений ВК происходит в восточном и северо-восточном направлениях. Покровная толща представлена верхнечетвертичными и современными отложениями различного генезиса мощностью от нескольких до 30 метров. В водоснабжении данные отложения участия не принимают по причине их малой водообильности.

Большая доля питания происходит за счет инфильтрации рек Предгорного Дагестана: Сулак, Ярык-Су, Акташ. Поток подземных вод хорошо прослеживается по картам гидроизопьез: образован предгорный шлейф валунно-галечниковых отложений (рис.3Б). Разведанные запасы Сулакского месторождения хазаро-хвалынских валунно-галечниковых отложений составляют порядка 432 тыс.м³/сут. Часть питания поступает с западной стороны – Ставропольского края (рис. 3А).



Рис. 3 (А, Б). Карта гидроизопьез хазаро-хвалынского водоносного комплекса.

Составил Кондаков В.М.

Видимо, определенная доля питания есть и за счет инфильтрации атмосферных осадков в барханно-грядовых песках современного возраста, находящихся за пределами Дагестана. Уже на территории Дагестана имеет место переток подземных вод из нижних водоносных комплексов в верхние, что отмечалось по данным моделирования гидрогеологических условий. Также для хазаро-хвалынского водоносного комплекса имеет место дополнительное питание за счет фильтрации из рек Сулака, Терека и каналов. Разгрузка водоносных комплексов выражена перетеканием вверх и последующим испарением с уровня грунтовых вод, а также водоотбором скважинами. В меньшей степени подземные воды (не более 10% от всей расходной части) разгружаются за пределы Дагестана.

Хазаро-хвалынский ВК имеет мощность от 50-100 м на западе (в Ногайском районе) до 250 м – в восточной части равнины. В западной и южной части СДАБ данный ВК образует грунтовые воды, незащищенные и условно защищенные. По направлению на восток и северо-восток подземные воды хазаро-хвалынского ВК перекрываются глинистыми образованиями голоценового и хвалынского возраста и в результате этого приобретают напор порядка 1-3 м над устьем скважин. Генезис отложений преимущественно аллювиально-морской, реже аллювиальный. Дебиты скважин очень различаются в зависимости от литологии водоносных отложений. Удельные дебиты меняются в пределах 0,1-20 л/с/м.

Минерализация подземных вод изменяется от 0,3 г/л в областях питания до 5 г/л в восточной части СДАБ. Соответственно, в северо-восточном направлении изменяется и химический тип воды от гидрокарбонатного – к сульфатному и хлоридному, образуя все вариации преобладающих анионов (до 20% экв).

Бакинский ВК представлен песчано-глинистыми аллювиально-морскими образованиями. На западе Ногайского района его суммарная мощность составляет 30-50 м, а на востоке – до 250 м. По направлению на восток и северо-восток средне- и мелкозернистые пески замещаются тонкозернистыми.

В центральной части СДАБ пьезометрический уровень не выше 3 м относительно устья скважин, тогда как на западе Ногайского района он не отличается от уровня грунтовых вод. В восточной части бассейна пьезометрический уровень грунтовых вод достигает +20 м относительно поверхности земли. От верхнего хазаро-хвалынского бакинский ВК разделен глинистыми прослоями мощностью от 10 до 20 м. Удельные дебиты меняются в пределах 0,2-2,0 л/с/м. Минерализация подземных вод меняется от 0,3 г/л в западной части равнины до 3 г/л – в восточной части. Тип воды меняется в восточном направлении от гидрокарбонатного и сульфатного к хлоридно-сульфатному и хлоридно-гидрокарбонатному.

Верхнеапшеронский ВК (верхняя пачка). Суммарная мощность песчано-глинистых аллювиально-морских отложений изменяется от 150 на западе и до 300 м в восточной части СДАБ. Глубина залегания кровли верхней пачки верхнеапшеронского ВК меняется от 130 м в северо-западной части Ногайского района до 500 м – в восточной части центральной оси Терско-Сулакского прогиба. Водоносные породы представлены алевритами, средне- мелко- и тонкозернистыми песками. Верхняя пачка верхнеапшеронского ВК сверху перекрыта пачкой глин от 30 до 100 м регионально выдержанных глин. Абсолютные отметки пьезометрического уровня подземных вод выше чем залегающих сверху хазаро-хвалынского и бакинского ВК. Необходимо отметить, что за последние 3 десятилетия пьезометрический уровень подземных вод понизился на 20 м на площади с. Бабаюрт и г. Кизляр и составил соответственно +7 м и +17 м (для центральной части равнинной территории). На западе Ногайского района пьезометрический уровень подземных вод практически не отличается от уровня грунтовых вод. Дебиты скважин в режиме самоизлива составляют от 1 до 4 л/сек (при понижении до 20 м).

Минерализация подземных вод меняется в пределах 0,5-3,0 г/л. Тип воды в западной и юго-западной частях СДАБ сульфатный, а в центральной и восточной – гидрокарбонатно-сульфатный и гидрокарбонатный. На Кумыкской плоскости жесткость воды не превышает 2-4

мг/экв. На большей части к востоку отмечается превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) мышьяка в 2-3 раза.

Нижняя пачка верхнеапшеронского водоносного комплекса представлена 2-3 слоями песков (песчаников на востоке) и залегает на глубине 330 м на западе Ногайского района и до 750 м – в восточной части. По направлению к востоку пески замещаются глинистыми образованиями. Нижняя часть верхнеапшеронских отложений представлена глинистыми образованиями мощностью до 400 м. От верхней пачки верхнеапшеронских отложений нижняя пачка разделена прослоем глин средней мощностью 50 м. Абсолютные отметки пьезометрического уровня выше на 5-10 м относительно верхней пачки. Минерализация подземных вод меняется в пределах 0,5-3,0 г/л, увеличиваясь к востоку. Тип воды в целом соответствует верхней пачке верхнеапшеронского ВК.

Разгрузка водоносных комплексов выражена перетеканием вверх и последующим испарением с уровня грунтовых вод, а также водоотбором (скважинами). В меньшей степени подземные воды (не более 10% от всей расходной части) разгружаются за пределы Дагестана.

История формирования Северо-Дагестанского артезианского бассейна в акчагыл-апшеронско-четвертичное время.

Формирование Северо-Дагестанского артезианского бассейна (СДАБ) в плиоцене происходило в результате орогенических движений и обусловленного этим чередования трансгрессий и регрессий моря. Вся территория Предкавказья испытала три фазы тектонической активизации: преакчагыльскую, постакчагыльскую и постапшеронскую, которые неоднократно приводили к отступлению моря и сопровождалась складкообразованием в Предгорном Дагестане и Черных горах.

Повсеместное распространение акчагыльских отложений на описываемой территории свидетельствует о широких размерах трансгрессии моря в этот период. В преакчагыльскую орогеническую фазу древние отложения подвергались значительной денудации, результатом чего явилось осадконакопление преакчагыльской континентальной толщи.

Акчагыльские отложения залегают повсеместно с угловым несогласием до 55-60 градусов [10], за исключением предгорных районов Дагестана – бассейнов рек Аксай, Ямансу, Ярыксу, где они залегают согласно на более древних породах. Представлены они разнообразными глинами, песками, известняками и галечниками, что свидетельствует о мелководном пресном характере морского бассейна. В зоне максимального прогиба (Терско-Сулакская низменность) акчагыл представлен глинистыми отложениями, присущими глубоководному морскому бассейну. Отступление акчагыльского моря происходило с запада на восток и с юга на север. В этом же направлении вытеснялся фронт соленых седиментационных вод напором пресных вод, которые получали акчагыльские водоносные горизонты в передовых хребтах, предгорных районах и на Ставропольской возвышенности. Эти области питания стали сушей в результате колебательных движений преакчагыльской орогенической фазы и подверглись денудации в акчагыльское время.

В начале апшерона произошло новое погружение, способствовавшее активному осадконакоплению на Северодагестанской равнине. Морской бассейн был замкнутый, солоноватый, глубокий, где откладывались глинистые осадки, отвечающие трансгрессии моря. Верхний и отчасти средний апшерон характеризуются наличием песчано-глинистых фаций и фауной моллюсков, характерных для неглубоких морских бассейнов.

Апшеронские отложения залегают на акчагыле в основном согласно. Исключение составляет передовой Терский хребет и некоторые участки предгорий, где имел место перерыв в осадконакоплении после акчагыльского периода.

В Передовых хребтах и Черных горах морские отложения верхнего апшерона замещены пресноводно-континентальными, что свидетельствует об отсутствии здесь моря после средне-

апшеронского периода. Вторая фаза складкообразования происходила между средним и верхним апшероном и имела локальный характер.

По мере освобождения суши в передовых хребтах и Черных горах, в апшеронских отложениях возникло движение седиментационных морских вод по падению пластов в северо-восточном направлении. Рыхлый состав терригенных отложений в указанных районах, многочисленность речных систем и появление гидростатического напора, благодаря разности гипсометрических отметок областей питания и разгрузки, способствовали активному промыванию структур апшеронских отложений от морских седиментационных вод.

Активные геологические процессы, которыми насыщен четвертичный период, сыграли важную роль в образования СДАБ. В это время описываемый район был ареной неоднократной смены морских условий континентальными, холодных ледниковых периодов – теплыми межледниковыми. Установлено четыре трансгрессии и четыре регрессии моря на данной территории [7].

После периода предбакинского оледенения наступает теплый период и происходит повсеместная трансгрессия моря. Одновременно в начале бакинского периода происходит прогибание дна и отложение морских глин. В прибрежной полосе откладывались пески и грубообломочный материал. Зона максимального прогибания находилась в районе нижнего течения современного Терека. Таяние ледника в этот период привело к возникновению многочисленных речных террас, сложенных грубозернистым обломочным материалом. Восточные склоны Ставропольской возвышенности в бакинское время находились в условиях континентального режима и являлись областью сноса и накопления континентальных отложений. В предгорных долинах реки Терек происходило осадконакопление континентальных отложений значительной мощности.

В целом, в бакинское время на территории СДАБ существовало море, на дне которых шло накопление песчано-глинистых, глинистых отложений.

В хазаре в результате колебательных движений земной коры происходит активное размытие и углубление речных долин Терека, Кумы и предгорных рек Дагестана. Увеличение мощности водных потоков за счет таяния ледников приводит к поступлению большого количества терригенных отложений в море. Происходит формирование широких и глубоких речных долин, резкое повышение стока которых приводит к трансгрессии моря в хазарский период. Подпруживаемые морем водные потоки, поступающие с Главного и Бокового Кавказских хребтов, способствовали повышению базиса эрозии. Наступает длительная фаза аккумуляции, в результате которой древние долины предгорных рек заполняются мощными отложениями (170-180 м) галечника и грубозернистого песка. К северу от современной долины р. Терек данные отложения перекрываются суглинками и супесями и далее замещаются континентальными песчано-глинистыми дельтовыми отложениями. Окончательное таяние ледника в конце хазарского периода приводит к уменьшению стока и обусловленного этим отступлению моря. Наступает фаза размытия песчано-галечниковых отложений, в результате чего откладывается мощная толща покровных лессовидных суглинков и супесей, которыми сложена третья надпойменная терраса Терека, восточные склоны Ставропольской возвышенности и предгорье Новолакского артезианского склона.

Затем наступила эрозионная фаза хвалынского яруса, во время которой хазарские суглинки и супеси подверглись эрозии и переотложению. В результате, в пределах современной долины р. Терек образовалась новая терраса, сложенная песчано-галечниковыми отложениями мощностью 60-80 м.

Вслед за фазой размытия наступает трансгрессия моря, вызванная прогибанием материка. Базис эрозии хвалынского моря повышается, происходит осадконакопление, представленное грубозернистыми песчано-глинистыми отложениями с редкими включениями гальки.

Аккумулятивная фаза сменяется эрозионной, что ведет к последующему выветриванию ранее отложившихся пород второй надпойменной террасы Терека. В последнюю аккумулятивную фазу хвалынского времени происходит образование лессовидных суглинков и супесей делювиальным и эоловым путем, что в дальнейшем приводит к образованию террасы, сложенной гравийно-галечниковыми отложениями. В самом конце хвалынского яруса в связи с новым поднятием наступает фаза эрозии, которая привела к разрушению этой террасы.

Следом наступает новокаспийская трансгрессия, которая привела к непродолжительной фазе аккумуляции и образованию надпойменных террас Терека и предгорных рек. Трансгрессия сменяется регрессией, которая снова приводит к фазе эрозии. Для этого периода характерно наличие колебательных движений, которые привели к поднятию Кавказской горной системы и отступлению Каспия.

Горные породы и минералы как природные источники загрязнителей подземных вод.

В естественных условиях содержание мышьяка в песчаниках и известняках составляет от <1 до 20 мг/кг, но в глинистых осадочных породах, включая сланцы и аргиллит, оно гораздо выше – до 900 мг/кг, т.к. арсенат-ионы легко фиксируются глинистыми частицами.

С большой долей достоверности можно утверждать, что в постакачагыльский период осадконакопления и формирования плиоцен-плейстоценовой толщи Северо-Дагестанского артезианского бассейна в области сноса, т.е. северных склонах Главного Кавказского хребта, мышьяковистые минералы: - реальгар (AsS), аурипигмент (As_2S_3), мышьяковистый колчедан, арсенопирит ($FeAsS$), леллингит ($FeAs_2$) и другие (всего известно 120 минералов и минеральных ассоциаций мышьяка), имели несравненно более широкое чем ныне распространение. [8]

Механизм мышьяковистого загрязнения пресных подземных вод представляется следующим образом. Неравномерно растворенные в водоносных и в большей части контактирующих с ними песчано-глинистых и глинистых отложениях землистые массы мышьяковистых минералов (каких именно без изучения ядра невозможно определить) растворяются, выщелачиваются и вступают в химические ионообменные реакции с макрокомпонентами (SO_4 , HCO_3 , Cl) подземных вод.

В естественных условиях мышьяковистые соединения адсорбируются глинистыми и песчано-глинистыми частицами водоносных и водоупорных горизонтов. В процессе эксплуатации артезианских скважин и обусловленного этим усиления подземного стока и в целом движения подземных вод, происходит активный тепломассообмен между флюидами и минеральными частицами скелета горных пород. При этом происходит не только растворение мышьяковистых минералов, но и физико-химические процессы, катионный обмен между мышьяком поглощенного комплекса минеральных частиц горных пород и циркулирующими подземными водами.

По мере роста количества эксплуатационных скважин и их технического износа процесс этот усугубляется. Большую роль играют в этом процессе повышенная температура флюидов и временной фактор. По истечении времени растет депрессионная воронка отдельных скважин, месторождений и групповых водозаборов. Это приводит к многократному усилению процессов тепломассообмена между флюидами и горными породами.

Т.о., источником регионального мышьяковистого загрязнения пресных подземных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна является довольно широкое и неравномерное распространение мышьяковистых минералов в осадочной толще плиоцен-плейстоценовых отложений [2].

Характеристика качества подземных вод.

Терско-Кумский артезианский бассейн распространен в северной части Дагестана и характеризуется различными гидрогеологическими зонами: питания, транзита и разгрузки, которые соответственно сменяют друг друга в северо-восточном направлении и условно определяют качество подземных вод (ПВ).

Химический состав и минерализация. При движении подземных вод из области питания на северо-восток происходит метаморфизация их химического состава, в результате чего формируется гидрохимическая зональность [3]: в области питания формируются пресные гидрокарбонатные кальциевые воды.

При движении на северо-восток в результате анионного обмена и выщелачивания горных пород подземные воды преобразуются в гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные и сульфатные воды с различным катионным составом, от кальциевого до натриевого (различные соотношения кальция, магния и натрия).

В области разгрузки подземных вод, в северо-восточной части равнины, восстановление сульфатов при участии органических веществ сопровождается выделением сероводорода. Подземные воды становятся гидрокарбонатно-натриевыми. При вытеснении щелочными водами погребенных морских образуются зоны сощелочных и соленых вод гидрокарбонатно-хлоридных натриевых, хлоридно-гидрокарбонатных натриевых и хлоридно-натриевых вод. В последнем случае, такой состав подземных вод обусловлен концентрацией солей вследствие перетекания подземных вод вверх и последующего процесса испарения с уровня грунтовых вод.

В области питания и транзита подземных вод, как правило, их минерализация не превышает 1 г/л, тогда как в области разгрузки, особенно у побережья Каспийского моря, минерализация существенно повышается, достигая 2-3 г/л во всех водоносных комплексах. Здесь наблюдается обратная картина: с увеличением глубины залегания подземных вод их минерализация уменьшается. Так, в станице Александрийская минерализация подземных вод в 1, 2 и 3-м ВК соответственно составляет 5, 2 и 1,5 г/л, состав воды в первом ВК становится хлоридно-натриевым (скважина 675). Аналогичная обстановка характерна для всей зоны побережья. Во 2-м ВК тип воды также меняется на хлоридно-гидрокарбонатный (п. Суюткина коса), а минерализация составляет 2,6 г/л.

Микрокомпонентное загрязнение подземных вод условно делится по классам опасности. К таким фактическим загрязнителям первого класса относятся мышьяк и фенолы. Ко второму классу относится бор, а к третьему – марганец, железо и другие.

Мышьяковое загрязнение. Актуальность проблемы природного мышьякового загрязнения заключается в том, что водоносные комплексы, используемые для целей водоснабжения, на значительной части площади распространения содержат мышьяк выше предельно-допустимой концентрации (ПДК).

Были построены карты глубин залегания бакинского и апшеронского водоносных комплексов целью определения содержания мышьяка по ВК. Также были построены карты пьезоизогипс и водопроводимости хазаро-хвалынского, бакинского и верхнеапшеронского ВК. Методика определения фильтрационных свойств применялась для скважин с известными дебитом и понижением, или с известным гранулометрическим составом [5].

По формуле Дарси [1] были определены естественные динамические ресурсы ПВ названных ВК (1), также был определен сток ПВ за пределы Дагестана; приведены таблицы с номерами расчетных створов ВК.

$$Q_e = k \cdot h_{cp} \cdot B \cdot I, \quad (1)$$

где: k – коэффициент фильтрации, м/сут; h – средняя мощность потока, м; B – ширина потока, м; I – уклон потока подземных вод (средний напорный градиент), равный разности напоров, деленной на расстояние между ними.

Произведение $k \cdot h = T$ м²/сут. и определяется как водопроводимость водоносного слоя, для упрощения расчетов. К примеру, динамические ресурсы по Сулакскому месторождению составляют (створ №11): $Q_e = 27600 \cdot 0,0027 \cdot 5500 = 410000$ м³/сут.

Также из формулы (1) следует, что средняя условная скорость фильтрации равна:

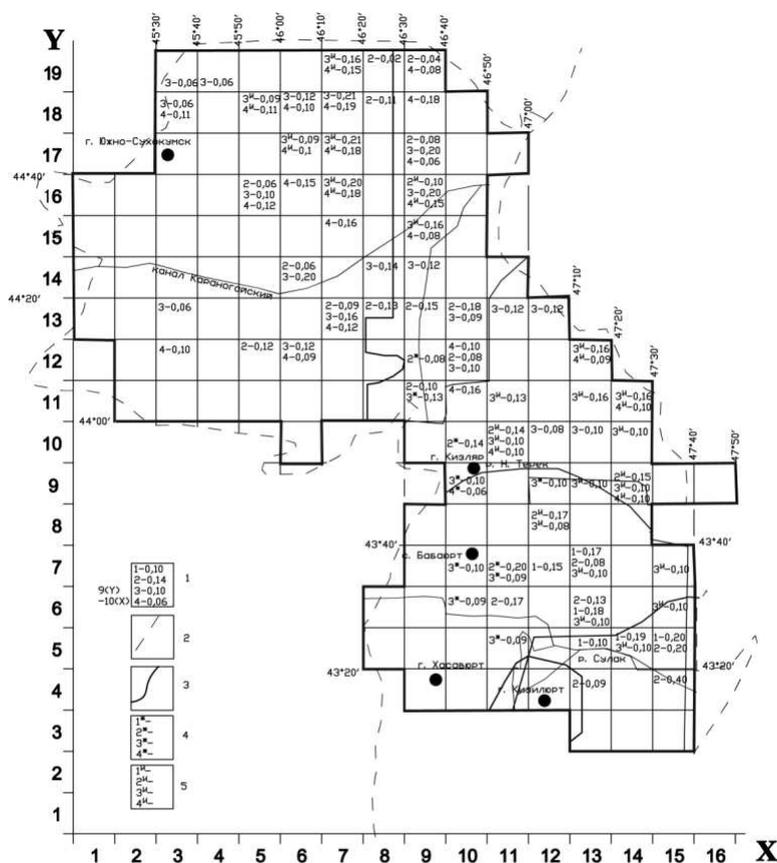
$$V = k \cdot I \quad (2);$$

Учитывая, что активная пористость $(N_d)=0,1$, действительная скорость будет равна [4]:
 $V_d=k*I/0,1$ (3)

Баланс подземных вод следующий: Динамические ресурсы – 1 664 115 м³/сут. Водозабор скважинами – порядка 500000-600000 м³/сут. Сток за пределы – 60740 м³/сут

Остальная расходная часть выражена испарением с уровня грунтовых вод: 700-900 тыс. м³/сут. При решении обратной задачи [6] основные приходные статьи баланса составляли: приток с границ – 1256 тыс. м³/сут, питание (инфильтрация) – 7,3 тыс. м³/сут. Расходные статьи: испарение с уровня грунтовых вод – 384,4 тыс. м³/сут, разгрузка в реки – 530,5 тыс. м³/сут., отток за границы и существующий водоотбор – 355,3 тыс. м³/сут.

Ранее, в пределах сотен тысяч лет назад, в расходной части баланса такой статьи, как водоотбор скважинами, не было. Поэтому, на эту величину существенно выше было испарение с уровня грунтовых вод, что в определенной мере приводило к концентрированию микрокомпонентов в подземных водах. Вопросами изучения мышьякового загрязнения подземных вод занимались многие организации (ОАО «Дагестангеология», Институт геологии ДНЦ РАН, НППФ «Георесурс-Оптим», Служба санитарно-эпидемиологического надзора Республики Дагестан и др.). Тем не менее, однозначного ответа на причины и распространение мышьякового загрязнения нет. По площади Дагестана (рис. 4) по блокам 12/9, 11/9, 9/10 (3 и 4 ВК г. Кизляр), 7/10, 7/11 (2 и 3 ВК) проведена статистическая обработка значений мышьяка. Коэффициент вариации не превышал 0,14, а среднее значение мышьяка – 0,08-0,20 мг/л.



1-содержание мышьяка (мг/л) в «квадратах» по площади равнинного Дагестана по хазаро-хвалынскому (1), бакинскому (2), верхнеапшеронскому верхней пачке (3), верхнеапшеронскому нижней пачке (4) водоносным комплексам.
 2- граница Дагестана
 3- граница между районами
 4- средние значения по статистической обработке
 5 - значения мышьяка по интерполяции

Рис. 4. Картограмма содержания мышьяка в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна.

В свете последних данных, в результате построения картограмм выяснилось, что содержание мышьяка выше ПДК в областях транзита и разгрузки ВК, особенно в юго-восточной части равнинного Дагестана, где достигают значений выше ПДК в 2-4 раза для 3-х ВК. В западной части равнинного Дагестана (запад Ногайского и Хасавюртовский районы) значения мышьяка ниже ПДК.

В нижней пачке верхнеапшеронского ВК (г. Южносухокумск, с. Кунбаттар) мышьяковое загрязнение не обнаружено. Опробование 4-го ВК в восточной части равнинного Дагестана практически не производилось, за исключением 2-3 скважин в Бабаюртовском районе и 10-ти скважин в г. Кизляр.

По направлению движения подземных вод к северо-востоку содержание мышьяка увеличивается выше ПДК сначала в верхней пачке верхнеапшеронского ВК, а затем, и в вышележающих (начиная бакинским и заканчиваясь хазаро-хвалынским) ВК.

Несмотря на разные области питания (Ногайский и Тарумовский районы имеют область питания с предгорий Терского хребта и частично со Ставропольского края; Хасавюртовский, Бабаюртовский, Кизилюртовский и Кумторкалинский – с предгорий Дагестана), прослеживается одна закономерность: концентрация мышьяка увеличивается в областях транзита и разгрузки подземных вод. Это объясняется (как и увеличение минерализации) статьями водного баланса подземных вод данных водоносных комплексов. Не более 10% от величины естественных ресурсов подземных вод равнинного Дагестана разгружается в Каспийское море. Но большая часть расходной части баланса выражена перетеканием вверх от ниже залегающих к верхним ВК и последующим испарением с уровня грунтовых вод. В последние десятилетия происходит существенное перераспределение расходных частей баланса: увеличивается водоотбор подземных вод скважинами от 200 тыс. м³/сут в 1960г. – до 354 (по моделированию) -480 тыс.м³/сут при подсчете (по данным обследования разных лет группой по контролю и охране за истощением и загрязнением подземных вод ДГРЭ). Изменение водного баланса подземных вод может привести и к изменению концентрации мышьяка. Так, снижение пьезометрического уровня в хазаро-хвалынском и бакинском ВК вызывает увеличение интенсивности перетекания подземных вод из верхней пачки верхнеапшеронского ВК, где концентрация мышьяка выше.

Железистое загрязнение. Природное загрязнение железом отмечается в бакинском ВК и в меньшей степени в хазаро-хвалынском и верхнеапшеронском ВК. Так, по данным проведения работ по инвентаризации скважин в Бабаюртовском (1998 г.) и Тарумовском (1999) районах отмечалось в пределах 1-3 ПДК по скважинам 15/86-Д, 329-Д, 340-Д, 23/79, 25/79, 12/86, 108/74, 41/65, 12/69, 4/85-Д, 1/97 (железнодорожная станция Бабаюрт), 265-К, 266-К.

По площади распространения бакинского ВК превышение ПДК по железу в основном соответствует повышению минерализации подземных вод, для Бабаюртовского и Тарумовского районов составляет более 1 г/л. Более высокие концентрации железа отмечаются в области разгрузки подземных вод – на побережье Каспийского моря и в северо-восточной части Тарумовского района. В Ногайском районе, в пределах участков Терекли-Мектебского месторождения превышения ПДК по железу не отмечалось.

ВК хазаро-хвалынских отложений не защищен в южной части Ногайского района, а также в местах конусов выноса рек Сулак, Аксай, Ярыксу и Акташ. Подземные воды имеют удовлетворительное санитарное состояние, но опасность загрязнения для 1-го ВК отмечается на площади, где они незащищенные.

Таблица.1

Хазаро-хвалынский водоносный комплекс

| №№ створов | В, м | I | Кт м ² /сут | Q м ³ /сут | |
|---------------|-------|---------|------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПРИТОК | | | | | |
| 1 | 28000 | 0,00036 | 30 | 300 | |
| 2 | 19000 | 0,0017 | 100 | 1900 | |
| 3 | 24000 | 0,0008 | 440 | 8448 | |
| 4 | 39000 | 0,0012 | 1300 | 63375 | |
| 5 | 30000 | 0,0018 | 920 | 50182 | |
| 6 | 20000 | 0,00031 | 300 | 1875 | |
| 7 | 16400 | 0,00071 | 240 | 2811 | |
| 8 | 23000 | 0,001 | 460 | 10580 | |
| 9 | 11200 | 0,0014 | 560 | 8960 | |
| 10 | 12500 | 0,0009 | 500 | 5625 | |
| 11 | 27600 | 0,0027 | 5500 | 410000 | |
| 12 | 12500 | 0,0017 | 220 | 4675 | |
| 13 | 20400 | 0,0017 | 120 | 4080 | ∑ 572811 |
| ОТТОК | | | | | |
| 14 | 40000 | 0,00012 | 30 | 204 | |
| 15 | 18600 | 0,00023 | 220 | 941 | |
| 16 | 24000 | 0,00022 | 200 | 1056 | |
| 17 | 63000 | 0,00020 | 320 | 4032 | |
| 18 | 27000 | 0,00021 | 420 | 2381 | ∑ 8614 |

Таблица.2

Бакинский водоносный комплекс

| №№ створов | В, м | I | Кт м ² /сут | Q м ³ /сут | |
|---------------|-------|---------|------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПРИТОК | | | | | |
| 1 | 24000 | 0,00178 | 200 | 8544 | |
| 2 | 52000 | 0,00147 | 400 | 30576 | |
| 3 | 23600 | 0,0010 | 1300 | 30680 | |
| 4 | 13600 | 0,00037 | 450 | 2264 | |
| 5 | 36800 | 0,0020 | 450 | 33120 | |
| 6 | 29400 | 0,0025 | 1000 | 73500 | |
| 7 | 42000 | 0,0017 | 500 | 35700 | ∑ 214384 |
| ОТТОК | | | | | |
| 8 | 73000 | 0,00012 | 200 | 1752 | |
| 9 | 77000 | 0,00018 | 200 | 2772 | |
| 10 | 88000 | 0,00020 | 200 | 3520 | ∑ 8044 |

Таблица.3

Верхне апшеронский водоносный комплекс (верхняя пачка)

| №№ створов | В, м | I | Кт м ² /сут | Q м ³ /сут | |
|---------------|-------|---------|------------------------|-----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПРИТОК | | | | | |
| 1 | 34000 | 0,00026 | 250 | 2210 | |
| 2 | 38000 | 0,0015 | 350 | 19950 | |
| 3 | 43000 | 0,0083 | 700 | 249830 | |
| 4 | 28000 | 0,0114 | 900 | 287280 | |

| | | | | | |
|-------|-------|---------|-----|-------|----------|
| 5 | 30000 | 0,00050 | 500 | 7500 | |
| 6 | 12000 | 0,0010 | 450 | 5400 | |
| 7 | 31600 | 0,0010 | 400 | 12640 | |
| 8 | 22000 | 0,0010 | 500 | 11000 | |
| 9 | 10000 | 0,00156 | 500 | 7800 | |
| 10 | 17000 | 0,00077 | 500 | 6545 | |
| 11 | 14800 | 0,0011 | 400 | 6512 | ∑ 616667 |
| ОТТОК | | | | | |
| 12 | 12400 | 0,00022 | 300 | 818 | |
| 13 | 20000 | 0,00016 | 300 | 960 | |
| 14 | 18600 | 0,00018 | 300 | 1004 | |
| 15 | 72000 | 0,00028 | 300 | 6048 | |
| 16 | 38400 | 0,00050 | 300 | 5760 | |
| 17 | 62000 | 0,00045 | 300 | 8370 | |
| 18 | 17000 | 0,00030 | 300 | 1530 | ∑ 24490 |
| | | | | | |

Таблица 4

Верхнеапшеронский водоносный комплекс (нижняя пачка)

| №№ створов | В,м | l | Км м ² /сут | Q м ³ /сут | |
|------------|-------|---------|------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПРИТОК | | | | | |
| 1 | 34000 | 0,00026 | 300 | 2652 | |
| 2 | 38000 | 0,0015 | 300 | 17100 | |
| 3 | 43000 | 0,0083 | 300 | 107070 | |
| 4 | 28000 | 0,0114 | 300 | 95760 | |
| 5 | 30000 | 0,00050 | 300 | 4500 | |
| 6 | 12000 | 0,0010 | 300 | 3600 | |
| 7 | 31600 | 0,0010 | 300 | 9480 | |
| 8 | 22000 | 0,0010 | 300 | 6600 | |
| 9 | 10000 | 0,00156 | 300 | 4680 | |
| 10 | 17000 | 0,00077 | 300 | 3927 | |
| 11 | 14800 | 0,0011 | 300 | 4884 | ∑ 260253 |
| ОТТОК | | | | | |
| 12 | 12400 | 0,00022 | 240 | 655 | |
| 13 | 20000 | 0,00016 | 240 | 768 | |
| 14 | 18600 | 0,00018 | 240 | 803 | |
| 15 | 72000 | 0,00028 | 240 | 4838 | |
| 16 | 38400 | 0,00050 | 240 | 4608 | |
| 17 | 62000 | 0,00045 | 240 | 6696 | |
| 18 | 17000 | 0,00030 | 240 | 1224 | ∑ 19592 |
| | | | | | |

В итоге, естественные ресурсы ПВ составили 1664115 м³/сут. Отток ПВ за пределы Дагестана составил 60740 м³/сут или 3,6% от естественных ресурсов.

Таблица 5

Содержание мышьяка (мг/л) по площади Дагестана

| Ось Y ¹ | Ось X | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|------------------|--|--|------------------|--------------------------------------|---|--|--------|----------------------------|--------------------------|----|----|----|--|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| 19 | 3-0,06 | 3-0,02 3-0,11 | 3-0,28 2-0,03 3-0,02 4-0,02 3-0,07 4-0,02 | 1-0,06 2-0,02 4-0,12 | | | 2-0,02 3-0,19 3-0,26 3-0,29 | 4-0,085 2-0,04 | | | | | | | |
| 18 | 3-0,06 4-0,011 | 3-0,24 | | 3-0,12 4-0,10 | 3-0,21 4-0,19 | 2-0,11 3-0,19 3-0,26 3-0,29 | 4-0,18 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | 2-0,08 3-0,20 4-0,06 | | | | | | | | |
| 16 | 4-0,02 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | 30,012 4-0,16 | | 3-0,06 4-0,085 | | | | | | | | |
| 14 | | 2-0,00 3-0,20 | 1-0,02 2-0,07 2- 3-0,20 3-0,17 | 1-0,02 2-0,07 2-0,06 3-0,20 3-0,17 | | 3-0,14 | 3-0,12 | | | | | | | | |
| 13 | 2-0,02 2-0,03 3-0,06 | 2-0,01 3-0,40 | | | | 2-0,11 2-0,16 | 2-0,18 2-0,12 3-0,07 | 2-0,10 2-0,26 3-0,09 3-0,10 | | 3-0,12 3-0,12 | | | | | |
| 12 | 4-0,11 4-0,10 4-0,10 | | 1-0,08 2-0,12 2-0,02 2-0,20 4-0,04 | 2-0,02 -0,12 4-0,09 | | | 2-0,12 2-0,065 2-0,11 2-0,065 | 2-0,10 2-0,06 3-0,12 3-0,09 4-0,14 | | 3-0,12 3-0,20 | 3-0,12 0,20 4-0,09 | | | | |
| 11 | | | | | | 2-0,05 | 2-0,10 2-0,12 2-0,085 3-0,10 3-0,11 3-0,21 3-0,10 4-0,13 | 4-0,16 | | 2-0,27 | | | | | |
| 10 | | | | | | | 3-0,07 3-0,08 3-0,14 | 2-0,15 2-0,13 2-0,14 | 3-0,30 | 2-0,06 3-0,06 3-0,12 | 3-0,10 | | | | |
| 9 | | | | | | | 3-0,10 | 3-0,10 3-0,10 3-0,10 3-0,08 3-0,10 3-0,06 3-0,13 | | | 2-0,06 | | | | |

Выводы. С нашей точки зрения мышьяк (или его соединения) концентрируется в аллювиально-морских ВК в результате перетекания подземных вод из нижних ВК в верхние и последующего испарения с уровня грунтовых вод. Глинистые слабопроницаемые слои задерживают (абсорбируют) соединения мышьяка до определенного предела – концентрации насыщения.

Однако окончательное и однозначное разрешение проблемы генезиса мышьяка в пресных подземных водах ТКАБ и механизма этого пагубного природно-техногенного процесса не может быть осуществлено без бурения параметрических гидрогеологических скважин со сплошным отбором керна и последующим анализом их на количественное содержание конкретных мышьяковистых минералов в осадочной толще бассейна, их физико-химических свойств. Необходимо также определить формы нахождения мышьяка в подземных водах, и выявить закономерности распространения мышьяка с глубиной.

Для этого необходимо продолжить исследования и охватить территорию всего Терско-Кумского артезианского бассейна, включая области питания.

Литература

1. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М: Недра, 1970. 216 с.
2. Генезис мышьяка в ресурсах пресных подземных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна. Грант РФФИ №01-05-65243. Рук. проекта Курбанов М.К. – ИГ ДНЦ РАН. Махачкала, 2003.
3. Гохберг Л.К. Отчет «Моделирование гидрогеологических условий Терско-Кумского артезианского бассейна. СКПУ, 1976 г.
4. Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1977. 357 с.
5. Кондаков В.М., Кондакова Н.В. Интерпретация фильтрационных свойств водоносных песков //Тр. ИГ ДНЦ РАН. №2(77), 2019. С. 50-54.
6. Кондаков В.М. и др. Отчет по проведению 2-го этапа работ по «Оценке обеспеченности населения РФ ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения Республики Дагестан». НПФ «Георесурс-Оптим», 2000 г.
7. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. (Ресурсы артезианских вод Ногайских степей и перспективы их хозяйственного освоения). Махачкала: Дагестанское книжное изд-во, 1969. 92 с.
8. Курбанова Л.М., Меликов М.М., Гусейнова А.Ш. Геолого-экономические аспекты контаминации подземных вод Северодагестанского артезианского бассейна //Горный журнал № 3, 2018. С. 77-81.
9. Островский Л.А., Антышко Б.Е., Конохова Т.А. Методические основы гидрогеологического районирования территории СССР. Недра, М, 1990, 240 с.
10. Сухарев Г.М. Гидрогеология мезозойских и третичных отложений Терско-Дагестанской нефтегазоносной области и нижнего Поволжья. М: Гостоптезиздат, 1954. 400 с.

УДК 550.8 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-21-26

СКОРОСТНОЙ РАЗРЕЗ НОВЕЙШЕГО ПЕРЕДОВОГО ПРОГИБА В ОБЛАСТИ ДАГЕСТАНСКОГО ВЫСТУПА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Гаджиев А.М., Левкович Р.А.

Дагестанский филиал Единой геофизической службы РАН

В статье рассматриваются вопросы связи и прямой зависимости скорости продольных волн от лито-плотностного строения земной коры. Используются результаты, полученные с помощью метода обменных волн землетрясения (МОВЗ), а также многочисленные лито-плотностные и теплофизические данные исследований в скважинах и пунктах наблюдения всего современного передового прогиба фронтальной части Дагестанского клина.

Ключевые слова: Дагестанский клин, лито-плотностные характеристики, керновый материал, глубинный разрез, метод обменных волн землетрясений, скоростной разрез, теплофизические характеристики.

A HIGH-SPEED SECTION OF THE LATEST ADVANCED TROUBLE IN THE FIELD OF THE DAGESTAN ACCESS OF THE EASTERN CAUCASUS

Gadzhiev A.M. Levkovich R.A.

Dagestan branch of the unified geophysical service of the RAS

The article discusses the relationship and direct dependence of the velocity of longitudinal waves on the litho-density structure of the earth's crust. The results obtained using the method of earthquake-exchange waves (MOVZ) are used, as well as numerous litho-density and thermophysical data from studies in wells and observation points of the entire modern forward deflection of the front of the Dagestan wedge.

Keywords: Dagestan wedge, litho density characteristics, core material, deep section, method of exchange waves of earthquakes, high-speed section, thermal characteristics.

В рамках научных исследований сотрудниками лаборатории гидрогеологических и геотермических исследований Института геологии Дагестанского филиала СССР были собраны и обобщены имеющиеся данные о физических свойствах горных пород Дагестана. В первую очередь, собирались данные о емкостных свойствах (общая пористость, их размерность, трещиноватость, объемного веса сухих пород и удельного веса при полном насыщении порового и трещинного пространства водой, термобарические условия разреза), которые являются основными параметрами оценки ресурсов термальных вод [1] [2]. Всего использовано более 2900 определений в 62 точках Предгорного и Известнякового Дагестана, которые были отражены при построении карты изученности плотностной характеристики Дагестана (1962 г.). Средние значения удельного веса при нулевой пористости (минеральная) для кварцита составили = 2,66-2,67 г/см³, для глинистых пород = 2,76-2,78 г/см³, для карбонатных пород = 2,68-2,70 г/см³ [1].

Верхняя часть осадочной толщи в зоне современного прогиба изучена по 494 образцам пород, отобранных в скважинах Темиргое-опорная и Караман-термальная в разрезе от поверхности земли до глубины 4,5 км (табл.1) [1, 3].

Таблица 1.

| Отложения | Кол-во измерений | Средняя арифметическая плотность г/см ³ |
|--------------------|------------------|--|
| четвертичные | 100 | 2,06 |
| апшеронские | 92 | 2,19 |
| акгачильские | 125 | 2,25 |
| меотические | 120 | 2,45 |
| сарматские | 57 | 2,57 |
| караган-чокракские | 2 | 2,60 |

Весь полученный материал был систематизирован по изменению плотностных значений пород различных лито-стратиграфических комплексов по глубине (рис.1) [1, 3].

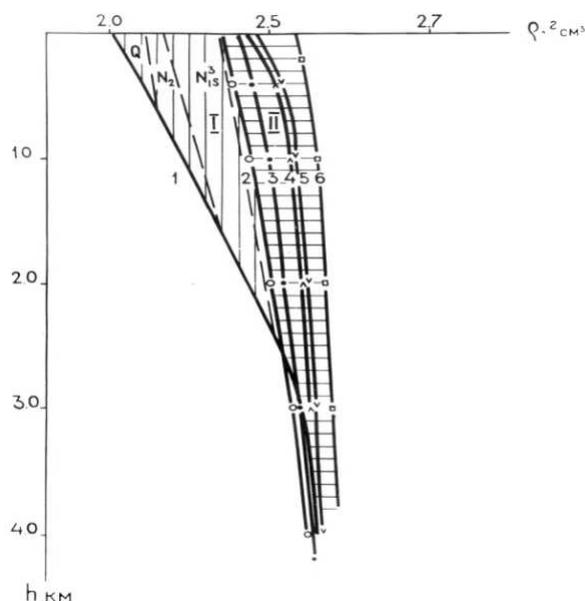
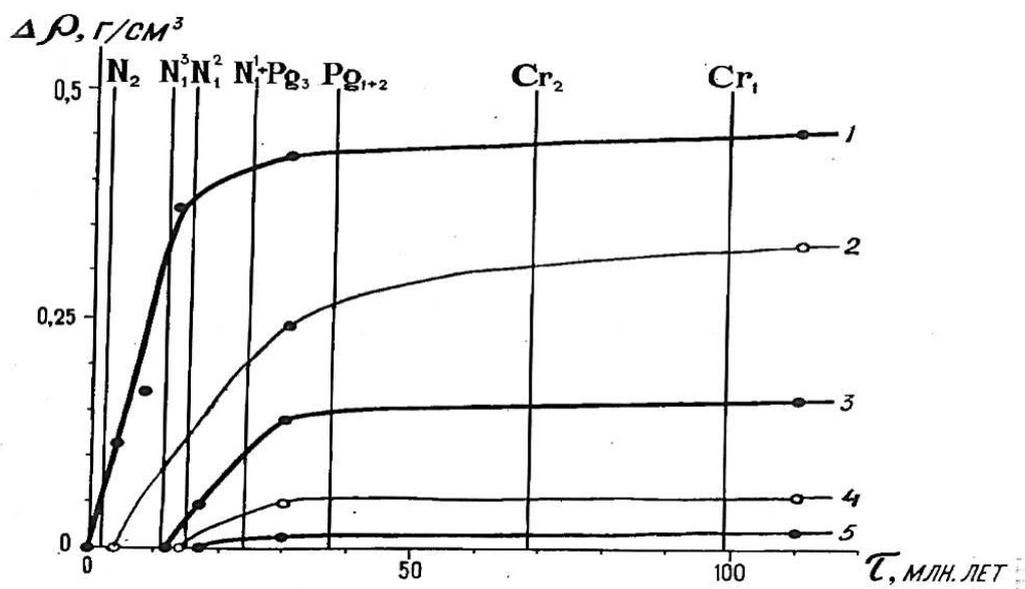


Рис. 1. Характеристика распределения плотности горных пород по глубине

Влияние абсолютного возраста как фактор изменения плотности прослежено по значениям плотности однотипных пород, отобранных в полосе их выходов на поверхность или в разрезе неглубоких скважин (рис. 2).



1 - в полосе выходов. За исходную плотность принята плотность четвертичных глин.
 2 - на глубине 1 км. исходная точка - плотность верхнеплиоценовых глин.
 3 - на глубине 2 км. исходная точка - плотность верхнемиоценовых глин.
 4 - на глубине 3 км. исходная точка - плотность верхнемиоценовых глин.
 5 - на глубине 4 км. исходная точка - плотность среднемиоценовых глин.

Рис. 2. Влияние абсолютного возраста на приращение плотности глинистых пород Предгорного Дагестана.

На рис. 2 представлено влияние абсолютного возраста на приращение плотности для глинистых пород, которые наиболее развиты во всем разрезе осадочной толщи Дагестана. Оригинальность и значимость этих исследований важна для геофизических построений, включая определение возможных параметров физических свойств пород разреза. Как видно из рисунка, максимальный рост плотности отмечается от четвертичных до среднемиоценовых отложений (кривая 1), затем уменьшается в пределах интервала от верхнего палеогена до нижнего (кривая 2), и очень медленно - в пределах отложений мезозоя. Такая закономерность плотности соответствует смене литофации и их мощности лито-стратиграфических комплексов складчатых и блоковых подвижек, которые определяют формирование облика предгорного прогиба в активные периоды развития любого орогена. Большие мощности верхних палеоген-четвертичных отложений в осевой части прогиба ориентировочно составляют 5-5,5 км и свидетельствуют об интенсивном погружении современного предгорного прогиба Дагестана в это время. По выявленным закономерностям изменение плотности с глубиной и влияние абсолютного возраста, фактический материал по плотности был преобразован в лито-плотностные разрезы через основные структурные элементы Предгорного Дагестана (рис. 1). На основании многочисленных лабораторных работ по изучению связи теплофизических свойств с плотностью пород, в частности, по Кавказу, и на базе лито-плотностных профилей, определены теплофизические свойства горных пород в естественных залеганиях [5].

В литературе, посвященной изучению упругих свойств горных пород, детально рассмотрен вопрос о влиянии различных факторов на скорость упругих волн в горных породах. Для осадочных пород наиболее интенсивное изменение скорости происходит до приложения давления порядка 120-180 кг/см³, соответствующего стадии закрытия пор. Дальнейшее увеличение давления гораздо меньше всего сказывается на изменении скорости. В связи с чем высказывается предположение, что в отличие от изверженных пород, в осадочных и метаморфизованных породах практически невозможно уничтожить влияние пористости путем приложения давления. Относительное изменение скорости V_p при приложении давления до 1 кбар достигает в основном значения 15-25 %, а в абсолютных значениях - 0,3-1,0 км/сек [4].

В целом, в литературе приведено большое количество эмпирических зависимостей скорости от плотности, которые настолько не совпадают между собой, что, в принципе, можно было бы отказаться от мысли о существовании надежных корреляций. Несмотря на огромный разброс значений, ниже предпринята попытка ориентировочно оценить изменение ультразвуковых скоростей осадочных пород в зависимости от их плотности и литологического состава [4].

При построении графиков использовано более 825 экспериментальных определений скоростей упругих волн в образцах осадочных пород при указанной плотности [1]. В нормальных условиях очага для глинистых пород предельно возможные скорости достигают значений 3-3,5 км/сек., для песчаных - до 3,5 км/сек., для кварцитов - до 4 км/сек., для карбонатных пород высокие скорости (до 5-5,5 км/сек.) отмечены только в зонах, связанных с процессами мраморизации и минерализации пород. Но такие области редки, основная масса карбонатных пород (органогенные известняки) имеет максимальную скорость от 3 до 4 км/сек., что в целом определяет предел скорости продольных волн в осадочном чехле. По закономерностям (рис.1) и керновому материалу через эпицентральной зону землетрясения 14 мая 1970 г. был построен скоростной разрез, включающий в себя скоростные разрезы скважин Темиргое-опорной и Караман-термальной по их плотностному строению, которые подтвердили низкие скорости верхней части разреза до глубины 1,1 км. Скорости поперечной волны достигают 2 км/сек., а скорости 3 км/сек начинаются с глубины 3-3,2 км. В 1992 году с целью изучения скоростного разреза и особенностей геологического строения очага землетрясения 14 мая 1970 г., организацией ЦРГТИ «Геон» были проведены работы с использованием метода обменных волн землетрясений (МОВЗ) в пределах тектонической области «Дагестанский клин» (ДК), целью которых явилось создание сейсмологической модели и прогноза зоны Дагестанского землетрясения.

Ценные материалы, полученные при инструментальных исследованиях методом МОВЗ, для большой сейсмологии не были сразу использованы. В данной статье мы пытаемся вернуться к использованию ценной информации полученной организацией ЦРГГИ «Геон» еще в 1992 году для уточнения местного годографа, улучшение качества сейсмомониторинга, конечной целью которого является прогноз землетрясений. В связи с чем вместо осредненного годографа для территории Дагестана и, в частности для ДК, применение обобщенного годографа на базе предыдущих моделей (Кавказский) обладающих недостаточной точностью, позволяют перейти к созданию локальных годографов для сейсмических станций, расположенных на территории складчатого борта современного прогиба, и станций, лежащих у границ этой области. Геологически станции МОВЗ были размещены в пределах выходов отложений (от верхнего палеогена до четвертичных) на поверхность в осевой зоне современного прогиба.

Главной задачей МОВЗ было создание геологической модели очага сильного землетрясения. Поэтому основным геологическим элементом является глубинный разлом или разломы, выделяемые по корреляции одноименных площадок обмена волн земной коры. Это связано с понятием о генетической связи очага землетрясения как частью активизированного глубинного разлома. Однако более надежно по признакам корреляции обращенных волн при их полном отсутствии в значительном объеме нижней коры ДК, можно предположить лишь блоковые строения с субвертикальными границами разделов.

Геологическое строение разреза ДК хорошо изучено по результатам детальной геологической съемки и результатам бурения скважин, что открывает возможность для ближней экстраполяции включая и фундамент (Ф). Глубинный разрез для МОВЗ строился по скоростной модели М7 (Краснопевцева 1984 г.).

Глубинный скоростной разрез показал сложное пространственное положение обменных площадок, которые можно рассматривать как целое только в виде блоковых подвижек или блоковых массивов. На глубинных профилях заметны значительные подвижки по глубинам поверхности Мохоровичича (М). Большие глубины залегания поверхностей М и реальное отсутствие обращенных волн в кристаллическом цоколе говорят об интенсивном воздействии флюидной переработки мантийного материала и нижнего кристаллического цокола. Эти особенности важны для анализа параметров земной коры в объеме очага землетрясений. На северо-западе профиля МОВЗ точки 36 и 35 (западнее г. Хасавюрт) находятся в осевой части современного прогиба. Из рис. 3 видно, что для точек 36 и 35 положение площадок обращения идентичны и расположены на одинаковых глубинах.

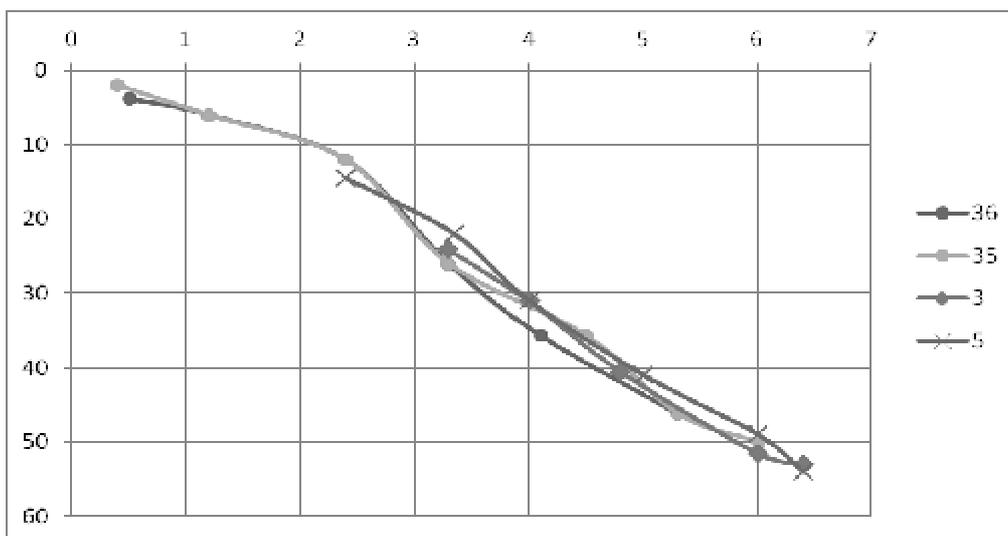


Рис. 3. Распределение скорости в осевой части современного предгорного прогиба ДК и его крутого крыла.

Полученные значения из модели М7 приводят к несоответствию скоростного разреза скважин Темиргое-опорная и Караман-термальная, определенных по корреляции плотностных свойств пород и скорости их продольных волн. Скорости продольных волн по М7 в этом интервале глубин забоя скважин явно завышены. При проведении работ по методу ОГТ, профиль которого прошел рядом с этими скважинами, значения скорости продольных волн $V_{\text{ОГТ}}$ достигают 2 км/сек на глубине 0,6 км, 3 км/сек - на глубине 4,5 км, 4 км/сек - на глубине 12 км, т.е в пределах возможной мощности осадочных образований в зонах этих скважин. $V_{\text{ОГТ}}$ равная 5 км/сек не было отмечено даже в пределах времен $2T_0 = 8$ сек. Результаты, полученные с помощью метода ОГТ более или менее совпадают со скоростями V_p по плотностному разрезу в пределах осадочной толщи на глубине 10-12 км. В центральной части Наратюбинского надвига (в приосевой зоне его крутого крыла) находятся точки 3 и 5. Для данных точек разрез попадает в зону надвиговых подвижек с возможным подворотом слоев вплоть до образования лежащей складки, что выражено в построениях глубинных разрезов ОГТ. Более надежная привязка к глубинам площадок обменных волн появляется лишь для площадки метаморфизованного фундамента (Ф). Из рис. 3 видно, что глубины отраженных площадок по точкам 3 и 5 расположены несколько глубже, чем точек 36 и 35. По вышеуказанным точкам наблюдений можно построить годограф осевой зоны прогиба и его крутой части вплоть до фронтальной зоны надвига.

В центральной части ДК глубинное строение земной коры отражают точки МОВЗ, лежащие в полосе выходов отложений майкопской свиты, которые активно участвуют в структурной перестройке складчатой предгорной части современного прогиба. Отличительной особенностью является отсутствие площадок обращенных волн на большом вертикальном протяжении таких горизонтов и надвиговое строение со стороны поднятия Талги и Хадум. Главной особенностью глубинного строения этой зоны является то, что кристаллический цоколь фундамента может быть выделен как единый блок, сложно переработанный мантийным флюидом от 55 км до 30 км. А по горизонтали, в пределах всего складчатого борта современного прогиба, возможно, и находятся очаги сильнейших землетрясений области ДК.

Для осредненного глубинного разреза ДК по МОВЗ, включая и осевую часть прогиба, характерно то, что и для него в пределах интервала глубин от 2 до 10 км отмечается практически слияние кривых t_p и t_{ps-p} до глубины 10 км (рис. 4). Далее наблюдается постепенное расхождение этих кривых, подчинённых практически линейному нарастанию их с глубиной. Это, видимо, связано с тем, что их ход отражен в конфигурации скоростной модели М7.

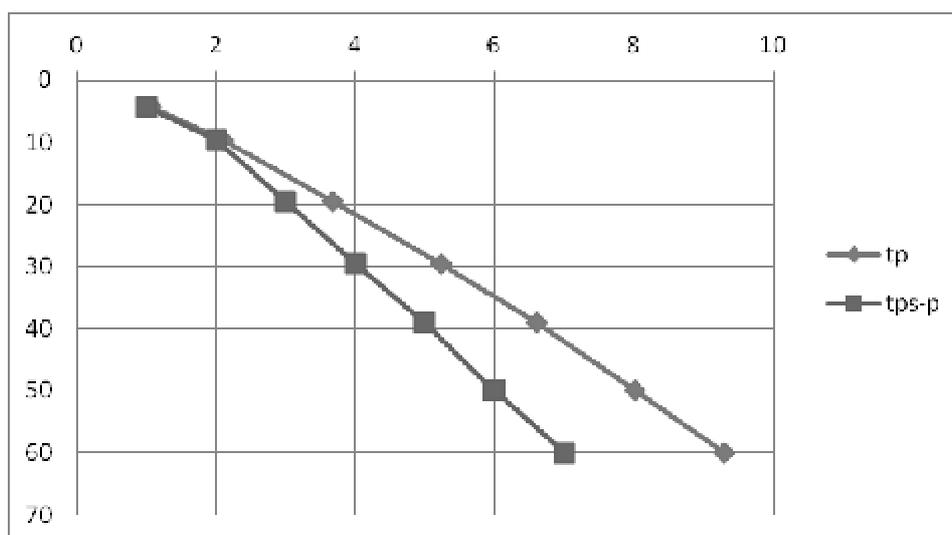


Рис. 4. Осредненный глубинный разрез по МОВЗ.

Предполагаемый ход изменения скоростей t_{p-s-p} по глубине для обозначенной территории можно представить, наравне с действующим сейчас годографом, как экспериментальный.

Выводы

С развитием технологий и модернизаций систем волновых записей землетрясений будут возрастать возможности изучения глубинного строения земной коры. Главной и неотъемлемой частью интерпретации всего волнового разреза земной коры останутся лито-плотностные разрезы. Материалов для изучения много, но они в этом направлении повсеместно пока что не систематизированы. Также хотелось бы отметить, что материалы организации ЦРГГИ «Геон» вновь использованные в этой статье, могут стать основой для построения местных глубинных годографов, для сейсмических станций, расположенных в восточной части Терско-Каспийского прогиба.

Литература

1. Амирханов Х.И., Левкович Р.А., Суетнов В.В. «Тепловой режим осадочных толщ». Махачкала, 1972 г. С. 124-133.
2. Джамалов С.А., Левкович Р.А., Суетнов В.В. «Тепло Земли и его практическое применение». Наука, 1965 г., г. Москва. 108 с.
3. Левкович Р.А., Мусалаева З.А. «Расчет теплофизических свойств горных пород в разрезе скважины Караман-термальная» Геотермические исследования в Дагестане и вопросы практического использования тепла земли. Махачкала, 1970, С. 32-38.
4. Левкович Р.А. «Скоростная модель осадочной толщи Предгорного Дагестана». Сейсмичность и гидрогазогеохимия территории Дагестана, г. Махачкала, 1978 г. С. 14-25.
5. Справочник физических констант горных пород. Изд. «Мир» г. Москва, 1969 г. 540 с.

УДК 551.7

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-27-33

ОТРАЖЕНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИКИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ
СЛАНЦЕВОГО ДАГЕСТАНА

Магомедов Р.А.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Проведен анализ геологического разреза дейбук-харбуksкой антиклинали как типичного разреза Сланцевого Дагестана с целью восстановления палеотектонического режима региона в юрско-меловой период. По результатам анализа построена палеогеографическая кривая.

Ключевые слова: палеотектоника, стратиграфия, геологический разрез, методы восстановления колебательных движений, палеогеографическая кривая.

REFLECTION OF PALEOTECTONICS IN A GEOLOGICAL SECTION SHALE DAGESTAN

Magomedov R.A.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

The geological section of the Deibuk-Kharbuk anticline as a typical section of the Shale Dagestan with the aim of restoring the paleotectonic regime of the region in the Jurassic-Cretaceous is analyzed. Based on the results of the analysis, a paleogeographic curve is constructed.

Keywords: paleotectonics, stratigraphy, geological section, methods for restoring vibrational movements, paleogeographic curve.

Введение. Анализ геологического разреза (стратиграфической колонки) является наиболее наглядным методом восстановления колебательных движений. При рассмотрении стратиграфической колонки определенного участка обращают внимание на следующие признаки: смена литологических типов отложений, присутствие или отсутствие перерывов, мощности отложений и состав ископаемой фауны или флоры. Изучение горных пород позволяет не только реконструировать физико-географические (палеоландшафтные) условия прошлого, но и воссоздавать характер общего тектонического режима изучаемой крупной территории.

Основной принцип, лежащий в основе историко-геологических представлений, - принцип актуализма, суть которого заключается в том, что к познанию геологического прошлого идут через изучение современных геологических процессов, однако при этом учитывают, что в условиях поступательного и необратимого развития Земли физико-географические обстановки прошлого и сами процессы отличались от современных. Эти отличия тем значительнее, чем более удалена от нас изучаемая геологическая эпоха. Принцип актуализма может быть широко применен при анализе тектонической истории и соответственно при выяснении эволюции рельефа (изучение современных и новейших тектонических движений позволяет понять тектонические события прошлых геологических эпох).

Тектонические движения очень разнообразны, среди них выделяют два основных типа: *колебательные* и *дислокационные*. Колебательные движения вызывают трансгрессии и регрессии морских водоемов и, следовательно, перемещение береговой линии. Вместе с изменением ее меняется и состав осадков. Тектонические колебательные движения - одна из причин слоистого строения осадочных толщ. По характеру границы можно судить об условиях смены одной обстановки осадкообразования другой. Колебательные движения являются одной из главных причин периодичности осадконакопления. Продолжительность и масштабы их могут варьировать в широких пределах. Тектоника оказывает влияние на скорость накопления осадка и их мощность. Применяя тектонический метод, геологи устанавливают между слоями осадочных пород перерывы и несогласия, вызванные тектоническими движениями, и прослеживают

их на расстоянии. Метод основан на идее об одновременности проявления тектонических движений на значительных площадях поверхности Земли. При этом учитывается цикличность колебательных движений, проявляющаяся в составе осадочных пород. Цикл начинается прибрежными мелководными отложениями (начало трансгрессии), затем накапливаются более глубоководные отложения (максимум трансгрессии), после этого вновь накапливаются мелководные породы (регрессия). Это конец цикла. Отложения одного цикла отделены от отложений другого перерывами или континентальными породами. Крупные циклы носят планетарный характер. В истории Земли выделяется 11 основных циклов тектогенеза. В докембрии циклы имели продолжительность в среднем ~ 400 млн. лет, в фанерозое ~ 200 млн. лет, в кайнозое - 80 млн. лет (незавершенный), т.е. в историческом аспекте развития Земли наблюдается тенденция ускорения циклов тектогенеза.

В нижнеюрский период на всем протяжении Восточного Кавказа началась трансгрессия, которая продолжалась почти до конца среднеюрского времени (в течение 50-55 млн. лет). Длительный режим трансгрессии способствовал накоплению мощной толщи осадков, представленных, глинистыми сланцами и песчаниками [1-4, 6, 7, 9-12].

Формирование антиклинали началось на границе средней и верхней юры в результате тектонических процессов, имевших место в предкелловейскую фазу складчатости [7,9,10,12 и др.]. Сформировавшаяся уже в поздней юре-начале мела (конец берриасского века) структура антиклинали выступает в качестве одного из участков внутреннего размыва в Сланцевом Дагестане. Сильные восходящие движения, вызванные предкелловейской орогенической фазой, привели к почти полному отсутствию отложений келловейского яруса и оксфорд-киммериджитонских отложений верхней юры в пределах ядра антиклинали. В пределах западного крыла антиклинали (хр. Лес) они несогласно залегают на байос-батских отложениях средней юры а, келловейские отложения - не выходя на поверхность. Интервал перерыва в осадконакоплении соответствует времени проявления поднятия. Согласно данным Международного союза геологических наук (IUGS) по состоянию на декабрь 2016 г. продолжительность времени от келловейского до конца берриасского веков составляет примерно 26 млн. лет, что соответствует времени проявления поднятия антиклинали. Выявленный интервал перерыва (стратиграфический перерыв) - гиатус в развитии антиклинали образовался в результате водной эрозии уже сформировавшихся толщ горных пород в процессе поднятия территории и горообразовательных движений а, также, при трансгрессиях и регрессиях. В последующие эпохи в области ядра антиклинали осадконакопление прекратилось и произошло дальнейшее преобразование горных пород в постдиагенетических процессах в прибрежно-морских и континентальных условиях.

Характеристика толщ. Рассматриваемая толща осадочных образований среднеюрско-нижнемелового периода (алевролиты, аргиллиты, песчаники и известняки) представлена двумя формациями геосинклинальных областей:

1. *среднеюрская флишевая формация* представлена мощной толщей осадочных, в основном, глубоководных морских пород - циклично чередующихся пачек, состоящие из трех пород (аргиллитов, алевролитов и песчаников, реже - грубообломочных пород), повторяющихся в одной и той же последовательности - от более грубых, обломочных (внизу) до более тонких глинистых (вверху). Образование флишевых толщ связано с мутьевыми потоками, возникающими вследствие оживления поднятия, эрозии в области размыва и увеличения привноса обломочного материала в водоем. Это происходило в зрелую стадию формирования кавказской геосинклинальной области при гумидном литогенезе. Гумидный тип литогенеза был преобладающим в начале альпийского цикла тектогенеза [7]. Для формации характерно наличие рудных концентраций железа, марганца, хрома и алюминия [8]. Отложения формации бедны органическими остатками. Мощность среднеюрских отложений (по данным GPS) на протяжении от нижней, обнаженной эрозионным врезом, точки (местечко «Шилкья къатти») до основания хр. Лес составляет ~ 1100 м.

2. известняковая (карбонатно-сульфатная) формация верхней юры и нижнего мела развивалась в миогеосинклинали и свидетельствует об аридизации климата (аридном типе литогенеза) вызванная, очевидно, тектоническими движениями андийской (адыгейской-предкелловейской и новокиммерийской) фазы тектогенеза, в условиях которого накапливались седиментационные и седиментационно-диагенетические известняки, доломиты, ангидриты, являющиеся осадками неглубоких морских и лагунно-заливных фаций. В верхней части формации известняки имеют оолитовое строение, характеризующее об их образовании в подвижной среде. Для нее характерно наличие рудных концентраций меди, свинца, цинка и др.

Анализ геологического разреза (стратиграфической колонки) и его результаты

Байосский и батский ярусы и верхний подъярус ааленского яруса обнаженные в ядре антиклинали и рассматриваемые нами как один комплекс терригенных отложений (аргиллиты, алевролиты, песчаники и их чередование) – дейбук-харбукская свита [9], трансгрессивно перекрывается различными горизонтами верхней юры. Тектурные и структурные особенности пород свиты свидетельствуют об их глубоководном происхождении.

Дейбук-харбукская свита условно подразделяется нами на 3 подсвиты (рис. 1). Ее выделение основывается на литолого-стратиграфических признаках и положении в геологическом разрезе.

Верхняя, глинистая часть разреза представлена тонкослоистыми алевролитами темно-серого цвета с прослоями обогащенных окислами и гидроокислами железа глин буро-желтого цвета. В нижней части подсвиты развиты толщи аргиллитов, алевролитов и песчаников - так называемая пачка «перерыва», отделяющая верхнюю подсвиту от средней. Мощность отложений подсвиты – в пределах 300-350 м.

Средняя подсвита представлена чередованием пачек аргиллитов, алевролитов и толсто-плитчатых песчаников. В основании подсвиты – следы подводно-оползневых явлений с прослоями глинисто-сидеритовых конкреций и грубообломочных пород, мощность которых местами достигает до 1.5 м. Мощность отложений подсвиты – в пределах 600-700 м.

Нижняя подсвита представлена флишем с редкими прослоями песчаников и слоями оже-лезненных глинистых сланцев с конгломератовыми прослойками и глинисто-сидеритовыми конкрециями. Широко развиты следы подводно-оползневых явлений. Мощность отложений подсвиты – более 100 м.

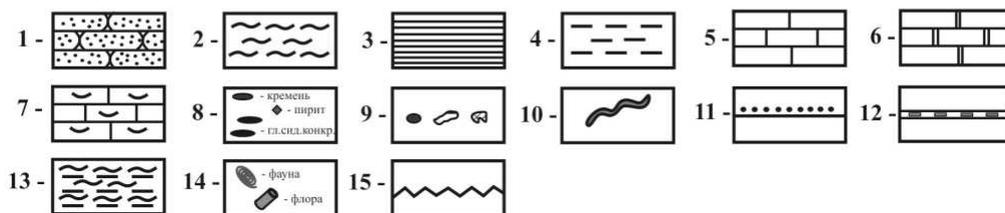
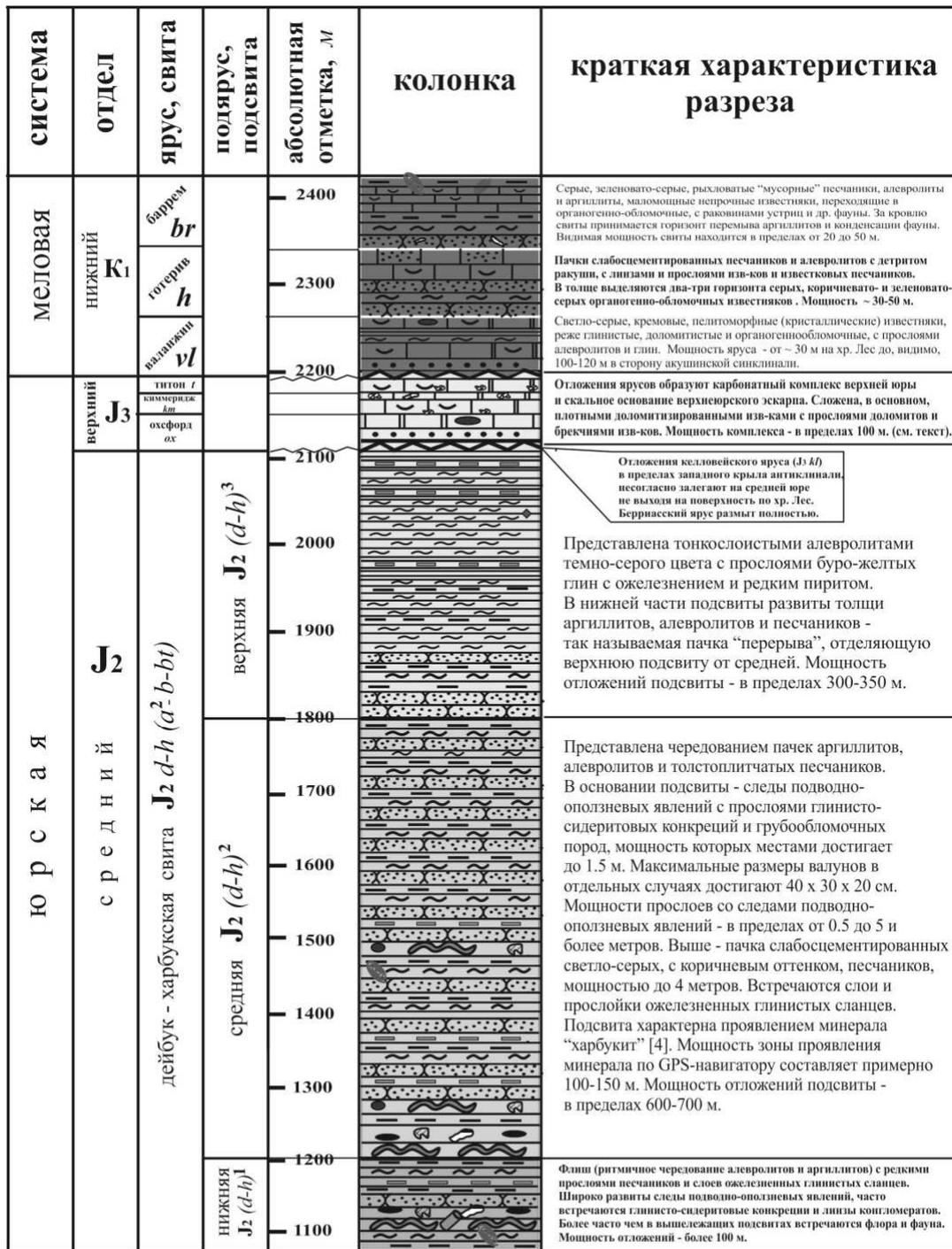
Мощная толща среднеюрских отложений антиклинали свидетельствует, в общем, о спокойном характере осадконакопления с эпизодическими всплесками подводно-оползневых явлений.

Отложения дейбук-харбукской свиты в пределах западного крыла антиклинали перекрываются трансгрессивно залегающими верхнеюрскими (оксфорд-киммеридж-титонскими).

Верхний отдел (J_3 сл+ох+км+т) юрского периода, представленный в пределах западного крыла антиклинали, подразделяется на два комплекса. Отложения келловейского яруса образуют нижний терригенно-доломитовый комплекс, представленный в основном, алевролитами с прослоями песчанистых известняков, доломитов и гравелитов мощностью до 140 м по мере погружения крыла в сторону акушинской синклинали. Отложения оксфорд-киммеридж-титонского ярусов образуют карбонатный комплекс верхней юры и скальное основание верхнеюрского эскарпа. Сложены они, в основном, плотными доломитизированными известняками с прослоями доломитов, ангидритов, часто загипсованных. Мощность комплекса в пределах 100 м.

Келловейский ярус трансгрессивно перекрывает отложения дейбук-харбукской свиты в пределах западного крыла антиклинали, не выходя на поверхность.

Оксфордская свита трансгрессивно перекрывает келловейскую свиту и представлена буроватыми, серыми доломитами и известняками. Без видимых несогласий оксфордская свита перекрывается киммериджской.



1 - песчаник, 2 - алевролит, 3 - глины, 4 - аргиллит, 5 - известняк, 6 - доломит, 7 - органогенно-обломочные известняки, 8 - глинисто-сидеритовые конкреции, кремни, пирит, 9 - конгломераты, прослойки грубо-обломочных пород, 10 - следы подводно-оползневых явлений, 11 - перерыв в осадконакоплении, 12 - слои и прослойки ожелезненных глинистых сланцев, 13 - флиш (ритмичное чередование алевролитов и аргиллитов), 14 - фауна и флора, 15 - угловое несогласие

Рис. 1. Литолого-стратиграфическая колонка дейбук-харбукской антиклинали.

Киммериджская свита изменчивая по составу и мощности, представлена в основании водорослевыми, органогенно-обломочными известняками и брекчиями доломитов, а выше - ангидритами с известняками и доломитами. В ядре антиклинали они отсутствуют. Отложения свиты распространены на западном крыле антиклинали, согласно перекрывают оксфордскую свиту и сложены карбонатно-сульфатными осадками, образующими полузадернованные «полки» в обрывах эскарпа. Суммарная видимая мощность составляет первые десятки метров.

Титонская свита залегает с размывом на киммериджской. В основании титонского яруса залегают известняковые брекчии. Отложения свиты распространены на западном крыле антиклинали. Титонский ярус, представленный переслаивающимися пелитоморфными, доломитизированными и органогенно-обломочными светло-серыми известняками с мергелевидными пелитоморфными доломитами, с угловым несогласием залегает на дейбук-харбукской свите. Его мощность составляет примерно первые десятки метров.

Суммарная мощность свит верхнего отдела юры колеблется от примерно 250 м на юго-западе до 0 м на северо-востоке антиклинали. Литолого-стратиграфические особенности толщи и перерывы в подошве и кровле верхнеюрских отложений свидетельствуют об активизации вертикальных движений в этот период.

Нижний мел ($K_1 vl-br$), представленный в пределах крыльев антиклинали, подразделяется на два комплекса.

Отложения валанжинского, готеривского и нижней части барремского ярусов образуют карбонатно-терригенный комплекс нижнего мела мощностью ~ 100 м. Представлен он преимущественно известняками с тонкими прослоями мергелей, песчаников и алевролитов.

Отложения верхней части барремского яруса совместно с аптским и альбским ярусами, образуют терригенный комплекс нижнего мела.

Валанжинский ярус ($K_1 vl$) с размывами перекрывает титон ($J_3 t$) и представлен горизонтом светло-серых, кремевых пелитоморфных (кристаллических) известняков, реже глинистых, доломитистых и органогенно-обломочных (псевдооолитовых) известняков с прослоями алевролитов и глин. Горизонт фациально выдержан на большой территории, его мощность колеблется от ~ 30 м на хр. Лес до, видимо, 100-120 м на западе (в сторону с. Бутри Акушинского района).

Готеривский ярус согласно перекрывает валанжинский и слагают пачки слабосцементированных песчаников и алевролитов с детритом ракуши, зеленовато-серых известняков и известковых песчаников.

Барремский ярус обнажается на крыльях антиклинали, его осадки с небольшим размывом перекрывают готеривские известняки. Ярус слагают серые, зеленовато-серые, рыхловатые «мусорные» песчаники, алевролиты и аргиллиты, маломощные непрочные известняки, переходящие в ракушечники с раковинами устриц и другой фауны. Видимая мощность свиты находится в пределах от 20 до 50 м.

Изучая геологическую колонку снизу вверх, можно сделать выводы об истории движений земной коры в регионе. Тектурные и структурные особенности пород толщи дейбук-харбукской свиты средней юры свидетельствуют об их глубоководном происхождении и, в общем, о спокойном характере осадконакопления с эпизодическими всплесками подводно-оползневых явлений. Литолого-стратиграфические особенности толщи и перерывы в подошве и кровле верхнеюрских отложений свидетельствуют об активизации вертикальных движений в этот период. Почти однообразный литологический состав и выдержанность по мощности нижнемеловых известняков свидетельствуют о сравнительно спокойном и мелководном характере осадконакопления.

Полученные данные о движении земной коры представлены в виде палеогеографической кривой - графика колебательных движений поверхности осадконакопления и размыва (рис. 2).

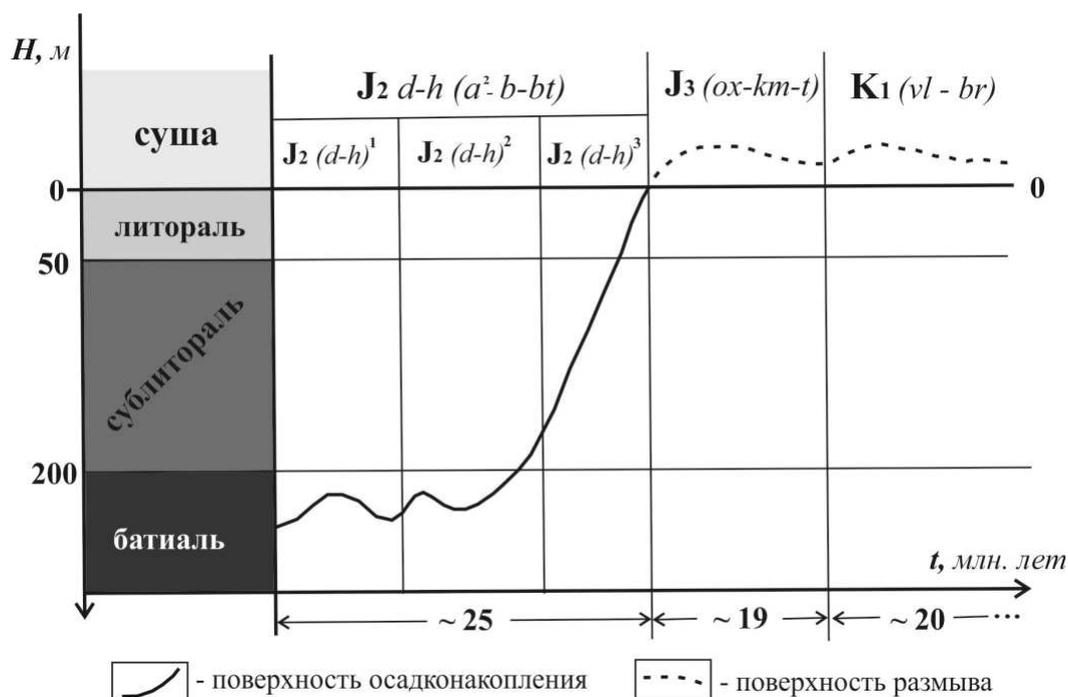


Рис. 2. График колебательных движений поверхности осадконакопления и размыва в Сланцевом Дагестане (в пределах дейбук-харбуksкой антиклинали).

По оси абсцисс отложено время в произвольном масштабе. По оси ординат выше нулевой линии (уровня моря) показана суша, а ниже - биономические зоны моря (литораль, сублитораль и батталь). По полученным данным на график нанесены точки для каждого интервала геологического времени. Соединяющая эти точки кривая и есть палеогеографическая кривая. Для района структуры антиклинали и Сланцевого Дагестана палеогеографическая кривая будет крутой (рис. 2), так как амплитуда колебаний здесь была велика.

Таким образом, проведенный анализ геологического разреза дейбук-харбуksкой антиклинали позволил построить палеогеографическую кривую, которая отражает палеотектонический режим Сланцевого Дагестана в среднеюрско-нижнемеловой период.

Литература

1. Геологическая изученность СССР. Дагестанская АССР. Том 13. Период 1971-75 гг. вып. 1. Министерство геологии СССР. Северокавказское производственное геологическое объединение «Севкавгеология», ДГРЭ. Москва. Недр, 1989 г.
2. Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья. Труды КЮГЭ /Брод И.О. Вып. 1. 1958. ГНТИ нефтяной и горно-топливной литературы. Ленинград 1958. 622 с.
3. Магомедов Р.А. Геодинамический режим области Дагестанского клина в альпийском цикле развития Восточного Кавказа //Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. Труды ИГ ДНЦ РАН. – Вып. 56. Махачкала, 2010.- С. 66-80.
4. Магомедов Р.А. Геолого-тектонические условия, геодинамическая позиция и современная сейсмичность Восточного Кавказа //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2(69). 2017. С. 13-32.
5. Магомедов Р.А. Геотектонический аспект рудогенеза в осадочной толще Восточного Кавказа //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 5(72). 2018].
6. Магомедов Р.А. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа //Отечественная геология, № 3.- 2014.- С. 69-77.
7. Магомедов Р.А. Область Дагестанского клина в альпийском цикле развития Восточного Кавказа //Труды 4 международной школы-семинара молодых ученых. Владикавказ, 2011. 24-26 окт. 2011 г. С. 179-194.

8. Магомедов Р.А., Абдуллаев М.Ш. Первые результаты литолого-геохимических опробований юрских отложений Дейбук-Харбукской антиклинали //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2(73). 2018. С. 4-12.
9. Магомедов Р.А. Литолого-стратиграфическая характеристика дейбук-харбукской свиты средней юры в разрезе одноименной антиклинали //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 3(78). 2019. С. 34-44.
10. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. "Недра". М., 1968. 484 с.
11. Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Геологическое строение Кавказа. М., Изд-во МГУ, 1963. 240 с.
12. Мирзоев Д.А., Шарафутдинов Ф.Г. Геология месторождений нефти и газа в Дагестане. Даг. филиал АН СССР. Институт геологии. Махачкала: Даг. кН. Изд-во, 1986. 312 с.
13. Никитин М.Ю. Неотектоника Восточного Кавказа. - БМОИП, отд. геол., 1987, т. 62, вып. 3.-С. 21-36.

Статья опубликована в рамках проводимых научно-исследовательских работ Лабораторией геодинамики и сейсмологии Института геологии Дагестанского федерального научно-исследовательского центра РАН по теме: «Изучение катастрофических геологических процессов природного и техногенного происхождения на территории Восточного Кавказа».

УДК 550.34

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-34-40

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РСО-АЛАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ

Дзеранов Б.В., Чернов Ю.К.

*Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНИЦ «Владикавказский научный центр
Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а,
e-mail: cgi_ras@mail.ru*

Аннотация: Оценка сейсмической опасности - это попытка измерить сейсмическую опасность и связанную с ней неопределенность во времени и пространстве и предоставить оценки сейсмической опасности для оценки сейсмического риска и других целей. Хотя оценка сейсмической опасности является в большей степени научной проблемой, она заслуживает особого внимания из-за ее значительного значения для общества. Обычно для оценки сейсмической опасности используются два подхода, вероятностный анализ сейсмической опасности (ВАСО) и детерминистический анализ сейсмической опасности (ДАСО). Самым большим недостатком ДАСО является то, что временными характеристиками (то есть частотой возникновения землетрясений и связанной с ними неопределенностью) часто пренебрегают. В данной работе приведен анализ различных работ по оценке сейсмической опасности территории РСО-Алания.

Ключевые слова: Движения грунтов, сейсмическая опасность, пиковые грунтовые ускорения, сейсмическое районирование.

SEISMIC HAZARD ASSESSMENT OF THE TERRITORY OF RNO-ALANIA USING DIFFERENT METHODS

Dzeranov B.V., Chernov Yu.K.

*Geophysical Institute Vladikavkaz Scientific Center Russian Academy of Sciences,
93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russia, e-mail: cgi_ras@mail.ru*

Annotation: A seismic hazard assessment is an attempt to measure a seismic hazard and the associated uncertainty in time and space and provide seismic hazard assessments for assessing seismic risk and other purposes. Although seismic hazard assessment is more of a scientific problem, it deserves special attention because of its significant importance to society. Typically, two approaches are used to assess seismic hazard, probabilistic seismic hazard analysis (PSHA) and deterministic seismic hazard analysis (DSHA). The biggest drawback of DSHA is that the temporal characteristics (i.e. the frequency of earthquake occurrence and the associated uncertainty) are often neglected. This paper presents different analysis of the seismic hazard assessment of the territory of North Ossetia-Alania.

Keywords: ground motions, seismic hazard, peak ground accelerations, seismic zoning.

Введение

Сейсмическая опасность территории в ее современной интерпретации является комплексной величиной и представляет интегральный результат расчетов ОСР (общее сейсмическое районирование территории в масштабе М 1:2 000 000 – 8 000000), ДСР (детальное сейсмическое районирование в масштабе М 1: 50 000 – 200 000) и СМР (сейсмическое микрорайонирование в масштабе М 1:5 000 – 10 000). Необходимо отметить, что ДСР применяется до настоящего времени не очень часто, полностью ограничиваясь ОСР. Это делает оценки сейсмической опасности с учетом только ОСР не очень точными. Использование ДСР заметно уточняет оценки, т.н. фоновой сейсмичности территории. Далее, по мере необходимости традиционно проводят СМР территории. Этот уровень районирования является непосредственной оценкой для сейсмостойкого строительства [Заалишвили, 2006, 2009; Заалишвили, Мажиев, 2006; Заалишвили, Невская, 2012; Заалишвили и др., 2012; Заалишвили, Кранцфельд, 2014].

Для оценки сейсмической опасности существуют два подхода: детерминистический анализ сейсмической опасности (ДАСО) и вероятностный анализ сейсмической опасности (ВАСО).

При детерминистическом подходе оценка сейсмической опасности производится путем рассмотрения конкретного сценария сейсмической активности, состоящего из принятого землетрясения определенной силы, произошедшего в определенном месте. Вероятностный же метод сочетает альтернативные модели очагов, периоды повторяемости и зависимости затухания сильного движения, а также явные и случайные неопределенности в вероятностной модели сейсмической опасности для получения вероятности превышения конкретного уровня грунтовых движений.

Вероятностная оценка сейсмической опасности является наиболее широко принятым подходом. Данный метод был разработан Корнеллом и переведен в числовой алгоритм Мак-Гайром. В мировой практике существуют различные подходы к построению моделей зон ВОЗ, но задача у них одна - адекватно описать распределение землетрясений в пространстве и времени. Модель сейсмического эффекта обычно представлена функциональной зависимостью, определяющей величину воздействия на той или иной площадке от землетрясений различных магнитуд при разных гипоцентральных расстояниях.

Оценка сейсмической опасности территории Северной Осетии-Алании

Территория Республики Северная Осетия-Алания, да и в целом рассматриваемый регион, характеризуется высокой интенсивностью динамических геологических процессов [McClusky et al., 2000] и связанными с ними опасностями как естественной, так и техногенной природы. Сейсмическая опасность территории изучалась рядом исследователей и эти работы, в основном, были связаны с задачами общего районирования (ОСР) территории СССР. В 1991 году для Кавказа была составлена «временная карта ОСР», для составления которой хоть и был использован сеймотектонический подход, определение повторяемости характеризовалось все тем же недостатком, что и карты ОСР – 78.

В результате комплексных исследований, выполненных в 1991-1997 гг. под руководством Объединенного института физики Земли был создан принципиально новый комплект карт для территории России – ОСР-97. Хотя в этой карте нет недостатков, присущих картам прошлых лет, из-за мелкого масштаба (электронный масштаб 1:2 500 000), комплект карт, фактически, непригоден в практических целях градостроительных задач для такой малой территории как Республика Северная Осетия-Алания. С другой стороны, от карты этого и не требовалось. Карты ОСР, в том числе, ОСР-97 являются картами для принятия принципиальных решений, но, тем не менее, достаточно общих решений для планирования развития большой страны [Заалишвили и др., 2013, 2014, 2016, 2018].

Исследованиями по определению и параметризации зон сейсмических очагов в последние десятилетия занимались В. П. Солоненко, В. С. Хромовских, Е. А. Рогожин, В. И. Уломов, В. Г. Трифонов, И. П. Гамквелидзе и др. [Палеосейсмогеология Большого Кавказа, 1979; Рогожин и др., 1993; Рогожин и др., 1994; Рогожин и др., 1998; Нечаев и др., 1998; Рогожин и др., 1999; Трифонов, 1999; Рогожин, 2000; Gamkrelidze et al., 1998; Ulomov et al., 1999]. На основе результатов работ по изучению активных разломов, расположенных к югу от Главного Кавказского хребта, были выбраны параметры очаговых зон по данным работы И. П. Гамквелидзе [Gamkrelidze et al., 1998], а к северу от хребта – по данным Е. А. Рогожина и др. [Рогожин и др., 1998, 1999, 2000].

В 2007 г. Е.А. Рогожиным была построена карта зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) (рис. 1) эта карта в 2010 г. стала основой для построения карт сейсмической опасности с использованием программы SEISRISK III. [Заалишвили и др. 2011]. Максимальная магнитуда ожидаемых землетрясений (сейсмический потенциал, $M_{\text{макс}}$) оценивалась по результатам применения внерегионального сеймотектонического метода оценки сейсмической опасности, предложенного Г. И. Рейснером. Использование внерегионального сеймотектонического метода оценки сейсмического потенциала, основы которого описаны в ряде публикаций [Рейснер,

Иогансон, 1997; Рогожин и др., 2001], показало, что Северный Кавказ представляет собой область весьма высокой сейсмической опасности.

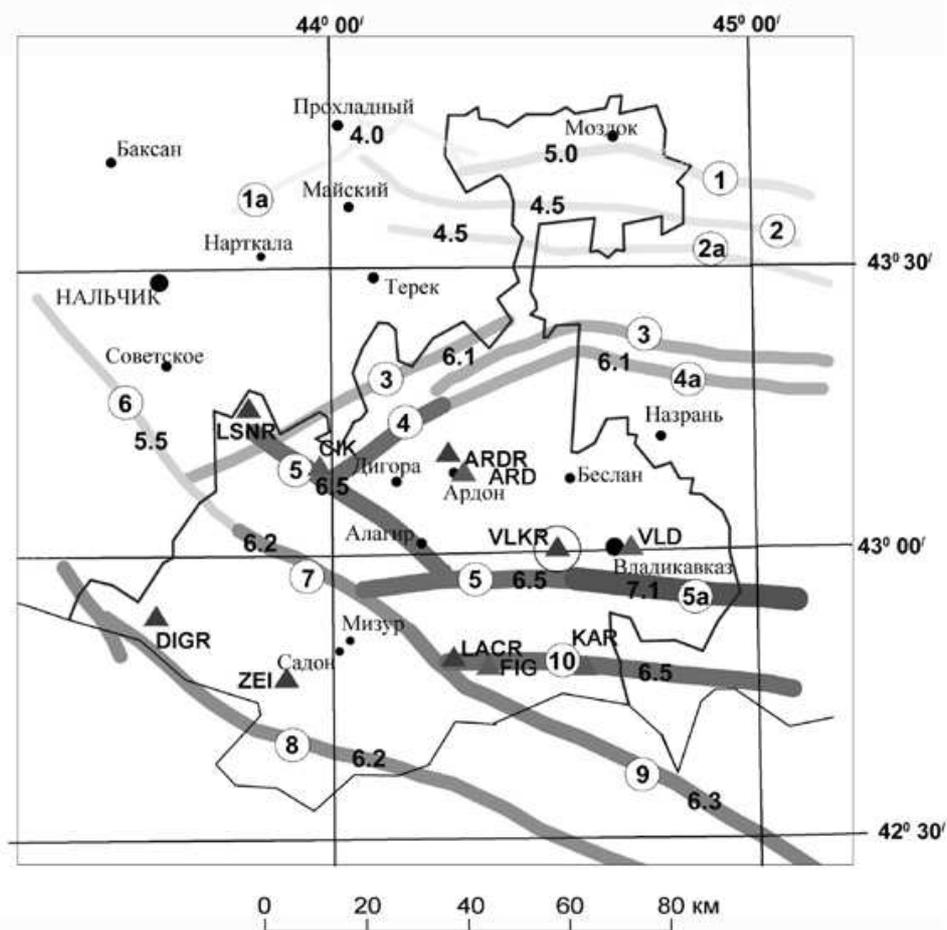
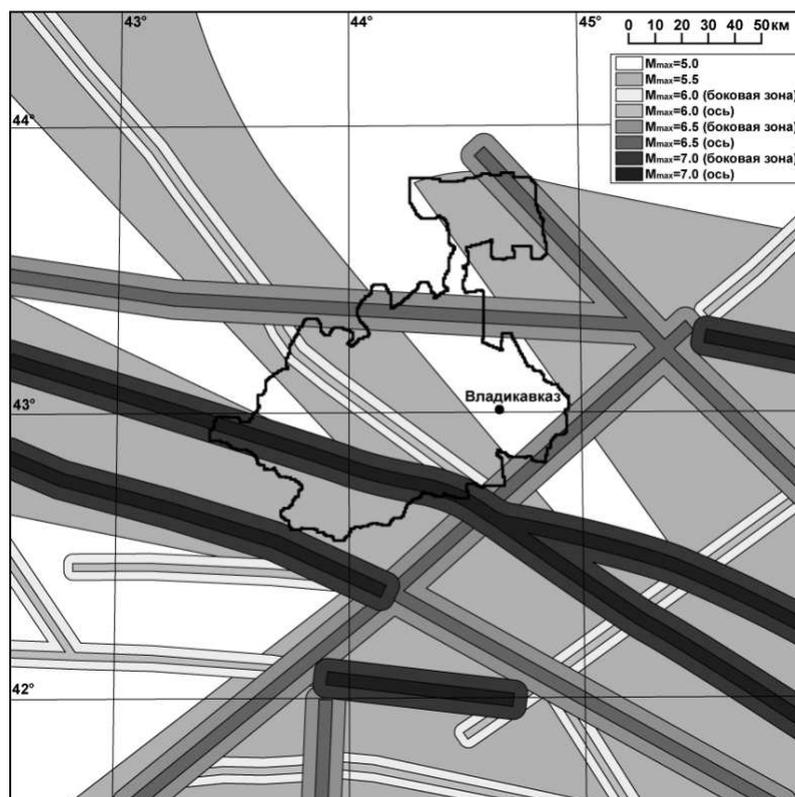


Рис. 1. Карта зон ВОЗ территории РСО-А [Рогожин Е. А., 2007].

После составления этих карт была выполнена параметризация очагов, т.е. для каждого из очагов оценивалась их M_{\max} – наибольшая возможная магнитуда. Это наиболее трудная задача в процессе параметризации зон ВОЗ. M_{\max} определялась по данным ряда авторов [Рогожин, 2000; Chelidze, Javakhishvili, 2003; Ulomov et al., 1999].

В 2019 г Черновым Ю.К. были построены новые карты сейсмической опасности. На рис.2 приведена карта зон ВОЗ которая была им используема в дальнейших построениях. Эта карта представляет собой несколько видоизмененный (без существенной потери точности) соответствующий фрагмент карты зон ВОЗ по версии ОСР-97 и ОСР-2015. Видоизменение состоит в том, что здесь в целях удобства дальнейших расчетов в явном виде выделены осевые и боковые подзоны линеаментных зон. Разница между осевыми и боковыми подзонами заключается в разном уровне вероятности возникновения разрешенных в данной зоне ВОЗ магнитуд землетрясений. Так, например, принято, что вероятности возникновения землетрясений с магнитудой M_{\max} в осевой подзоне в два раза выше, чем в боковой. Разница в вероятностях возникновения землетрясений с магнитудами меньшими, чем M_{\max} в этих двух подзонах постепенно снижается при уменьшении величины M , сходя на нет для землетрясений малых магнитуд. Ширина боковых подзон принята в два раза большей, чем осевых, что в сочетании с соответствующими законами повторяемости в целом соответствует рекомендациям работ [Ulomov V.I. et al. 1999].



(жирным черным цветом показана граница территории РСО-Алания).
Рисунок 2. Зоны ВОЗ (по версии ОСР-97 и ОСР-2015).

Эффект землетрясения оценивался на основе использования двух различных параметров: макросейсмической интенсивности и пикового ускорения основания

На сегодняшний день в мире для определения сейсмических нагрузок для инженерных проектов, как правило, используется вероятностная оценка сейсмической опасности. Вероятностный подход представляет собой более систематизированный метод для оценки количества, размеров и местоположения будущих землетрясений [Cornell, 1968; McGuire, 1995; Bazzurro, Cornell, 1999], чем это делается при использовании других методов. Формальные процедуры для вероятностной оценки включают в себя определения пространственно-временных неопределенностей для прогнозируемых (будущих) землетрясений. Важным этапом в развитии метода стала компьютерная программа Мак Гайра EQRISK [McGuire, 1976]. Программа была широко распространена и по сегодняшний день весьма популярна. В связи с этим, вероятностную оценку сейсмической опасности часто называют методом Корнелла-Мак Гайра. Программа включает в себя интегрирование по распределению неопределенностей.

На основе анализа различных данных (сейсмологических, геологических, геофизических и т.д.) для территории Северной Осетии были созданы карты сейсмической опасности, определенные как вероятность превышения фиксированной величины сотрясений в течение различных времен экспонирования. Созданный набор карт включает карты для макросейсмической интенсивности и пикового грунтового ускорения (PGA) для повторяемости 50 лет с вероятностью превышения 1%, 2%, 5% и 10% [Заалишвили и др., 2011].

Карта сейсмической опасности 2019 г. была построена Ю.К. Черновым на основе формулы полной вероятности, где условная вероятность описывает неопределенности, связанные с прогнозированием параметров сотрясений грунта при возникновении потенциально опасных очагов землетрясений, а безусловная – неопределенности возникновения этих очагов в данном месте в заданный промежуток [Чернов и др., 2018; Чернов, 2019]. Сравнение карт 5% вероятности превышения расчетной интенсивности приведено на Рис. 3. В общем можно отметить

довольно хорошее соответствие обеих карт карте ОСР. С той разницей, что в карте 2010 г. в северной части выделяется 6-балльная зона, а в юго-восточной появляются две узкие протяженные зоны 9-балльной интенсивности, а на юго-западе 7-балльная. Различия полученных карт сейсмической опасности заключаются, прежде всего в использовании различных схем зон ВОЗ, а также разных методик оценки сейсмической опасности.

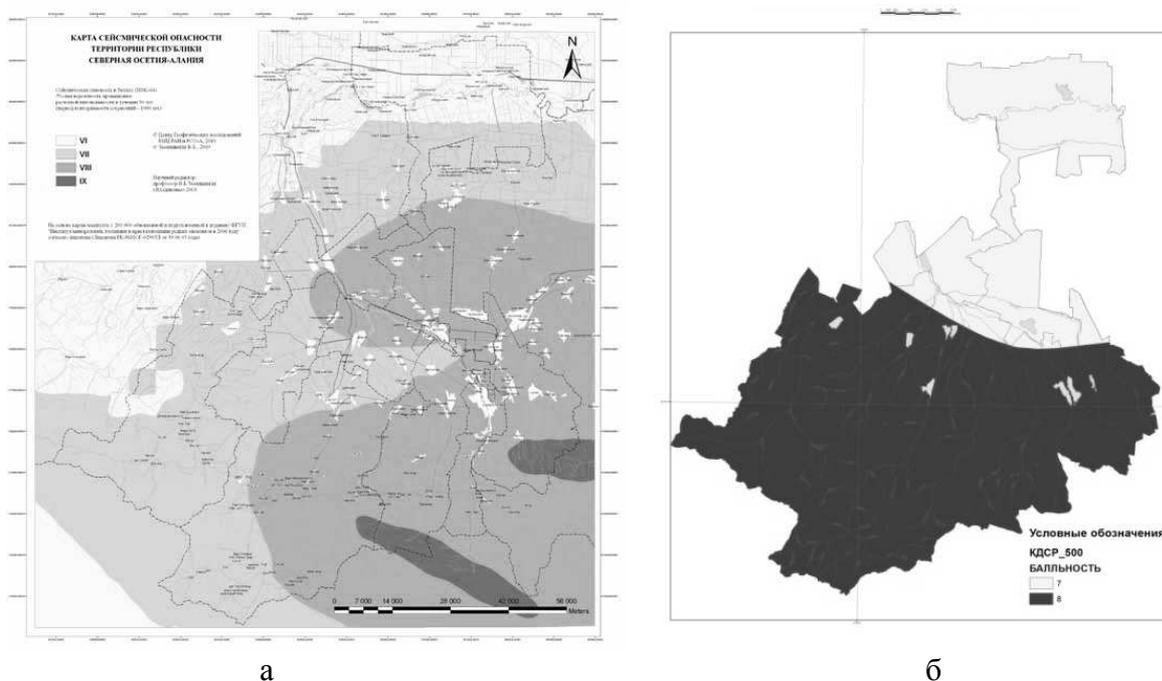


Рис. 3. Сопоставление карт сейсмической опасности территории РСО-Алания с 5% вероятностью превышения расчетной интенсивности: а – построенная в 2010 г, б – построенная в 2019 г.

Сопоставление полученных в настоящем исследовании независимых определений макросейсмических интенсивностей и пиковых ускорений колебаний грунта между собой и с подобными оценками, ранее произведенными в рамках ОСР и ДСР, показало их непротиворечивость, «внутреннюю» и «внешнюю» согласованность, что свидетельствует об их обоснованности и надежности. В целом результаты настоящих исследований в части оценки макросейсмических интенсивностей сотрясений и пиковых ускорений грунта указывают на несколько более низкий уровень сейсмической опасности территории РСО-Алания, чем предписывают действующие в настоящее время нормативные Карты ОСР. Это может иметь существенное значение для лучшего понимания природы и особенностей сейсмических процессов в горной части Северного Кавказа, при оценках сейсмического риска, а также при выработке оптимальных практических решений для обеспечения безопасности населения, сохранности инфраструктуры и защиты окружающей среды. [Чернов, 2019].

Литература

1. Заалишвили В.Б. Основы сейсмического микрорайонирования // Допущено УМО по образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 130300 «Прикладная геология» и 130200 «Технология геологической разведки» по горно-геологическим специальностям. ВНИЦ РАН и РСО-А- Владикавказ, 2006. 242 с.
2. Заалишвили В.Б., Мажиев Х.Н. Основы сейсмостойкости сооружений (методическая разработка) // Методическая разработка для специальностей в рамках направления подготовки 653500 «Строительство». – Грозный: Грозненский государственный нефтяной университет им. академика М.Д. Миллионщикова, 2006, 38 с.

3. Заалишвили В.Б. Сейсмическое микрорайонирование территорий городов, населенных пунктов и больших строительных площадок // Допущено УМО по образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 130300 «Прикладная геология» и 130200 «Технология геологической разведки» по горно-геологическим специальностям. – М.: Наука, 2009. 350 с.
4. Заалишвили В.Б., Дзеранов Б.В., Габараев А.Ф. Оценка сейсмической опасности территории и построение вероятностных карт // Геология и геофизика Юга России. 2011. № 1. С. 48-58.
5. Заалишвили В.Б., Невская Н.И. Сейсмическая активность территории Северной Осетии по инструментальным данным // Труды III международной конференции «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа», Владикавказ, 19-22 сентября 2012, Владикавказ, 2012, С. 417-422
6. Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Архиреева И.Г., Габараев А.Ф. Разработка модуля расчета социальных и экономических потерь от землетрясения в информационной системе обеспечения градостроительной деятельности РСО-Алания // Труды III международной конференции «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа», Владикавказ, 19-22 сентября 2012, Владикавказ, 2012, С. 241-246
7. Заалишвили В.Б., Джгамадзе А.К., Гогичев Р.Р. О создании карт инженерно-геологического районирования населенных пунктов Республики Северная Осетия-Алания, как основы сейсмического микрорайонирования // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 3. С. 20-28.
8. Заалишвили В.Б., Кранцфельд Я.Л. Геофизическая основа инженерной сейсмозащиты ответственных объектов строительства // Геология и геофизика Юга России, Владикавказ: ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А, №1, 2014, С. 39-50
9. Заалишвили В.Б., Дзеранов Б.В., Невский Л.Н., Архиреева И.Г. Оценка сейсмического риска урбанизированной территории // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 2. С. 22-29.
10. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О. Комплексный анализ геологических данных и скоростной модели ММЗ на разрезах Центрального Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 4. С. 52-67.
11. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Шемпелев А.Г. Признаки геодинамической обстановки и элементов структурно-вещественных комплексов Центрального Кавказа на глубинном разрезе геналдонского профиля // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 4. С. 58-74.
12. Нечаев Ю. В., Рейснер Г. И., Рогожин Е. А. и др. Геолого-геофизические и сейсмологические критерии потенциальной сейсмичности Западного Каспия // Разведка и охрана недр. 1998. №2. С. 13 – 16.
13. Палеосейсмогеология Большого Кавказа. М.: Наука, 1979. 188 с.
14. Рейснер Г. И., Иогансон Л. И. Комплексная типизация земной коры как основа для решения фундаментальных и прикладных задач. Статья 1 и 2, Бюлл. МОИП, 1997 отд. геол., т.72, вып.3, С. 5 – 13
15. Рогожин Е. А. История активности сейсмогенерирующих структур Северной Евразии в голоцене // Докл. РАН. 2000. Т. 370, №3. С. 390 – 392.
16. Рогожин Е. А., Богачкин Б. М., Нечаев Ю. В. Сейсмотектонические значения поперечной зональности северо-западной части Большого Кавказа // Построение моделей развития сейсмического процесса // Гос. науч.-тех. Программа России: Глобальные изменения природной среды и климата. М. ОИФЗ, 1993. С. 139 – 148.
17. Рогожин Е. А., Нечаев Ю. В. и др. Тенденция развития сейсмичности Кавказа и сейсмогенерирующие зоны Ставрополя // Разведка и охрана недр. 1998. №2. С. 23 – 28.
18. Рогожин Е. А., Остач О. М., Джибсон Р. и др. Интенсивное оползнеобразование в Ставропольском крае как пример «тихой» природной катастрофы // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений: Инф.-анал. Бюл. 1994.
19. Рогожин Е.А. Зоны ВОЗ и их характеристики для территории Республики Северная Осетия-Алания // В сборнике: Инновационные технологии для устойчивого развития горных территорий Материалы VI Международной конференции. 2007. С. 283.
20. Рогожин Е. А., Рейснер Г. И., Иогансон Л. И. Оценка сейсмического потенциала Большого Кавказа и Апеннин независимыми методами // Современные математические и геологические модели

задачах прикладной геофизики: Избр. Науч. Тр. / Под ред. акад. В. Н. Страхова. М.: ОИФЗ РАН. 2001. С. 279 – 300.

21. Рогожин Е. А., Страхов В. Н., Юнга С. Л. Новая концепция прогноза землетрясений // Комплексование сейсмологических и наземно-космических геофизических методов в целях среднесрочного и краткосрочного прогноза землетрясений. ОИФЗ РАН. 1999. С. 31.

22. Трифонов В. Г. Неотектоника Евразии. М.: Научный Мир, 1999. 252 с.

23. Чернов Ю.К., Заалишвили В.Б., Дзеранов Б.В. Модели сейсмичности для вероятностного детального сейсмического районирования территории РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 4. С. 162-178.

24. Чернов Ю.К., Чернов А.Ю., Чигишвили М.И. Модели сильных движений грунта для вероятностного детального сейсмического районирования территории РСО-Алания. часть 2 // Геология и геофизика Юга России. 2019. Т. 9. № 3. С. 161-178.

25. Bazzurro P. and C. A. Cornell (1999). Disaggregation of Seismic Hazard, Bull. Seism. Soc. Am. 89, 2, 501 – 520

26. Chelidze T., Javakhishvili Z., 2003, Natural and technological hazards of territory of Georgia: implications to disaster management. Journal of Georgian Geophysical Society. Issue (A) Solid Earth, v. 8. 3 – 18.

27. Cornell C. A. Engineering risk in seismic analysis. Bull. Seism. Soc. Am. 54 1968, 583 – 1606

28. Gamkrelidze, I., T. Giorgobiani, S. Kuloshvili, G. Lobjanidze, G. Shengelaiia (1998). Active Deep Faults Map and the Catalogue for the Territory of Georgia. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 157, N1, 80 – 85.

29. McClusky S., Balassanian S., Barku C. et al. Global Position System constraints on plate kinematics and dynamics of the Mediterranean and Caucasus // J. Geophys. Res. 2000. Vol. 105, N B3. P.55 695 – 5719.

30. McGuire R., 1976, FORTRAN computer program for seismic risk analysis, US Geological Survey, open file report 76 – 67.

31. McGuire R., 1995, Probabilistic Seismic hazard analysis and design earthquakes: closing the loop. vol. 83, No 5, 1275 – 1284

32. Ulomov V.I., Shumilina L.S., Trifonov V.G. et al. 1999. Seismic Hazard of Northern Eurasia// Anali di Geofisica. vol. 42, N6, 1023 – 1038.

УДК 556.3:628.112

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-41-44

СООРУЖЕНИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН С КОЖУХОВЫМИ ФИЛЬТРАМИ
В ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТАХ С ТОНКОЗЕРНИСТЫМИ ПЕСКАМИ
(НА ПРИМЕРЕ РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА)

*Кондаков В.М., Ибаев Ж.Г.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

Рассмотрены вопросы по устройству и оборудованию фильтрационных колонн на артезианских скважинах Терско-Кумского артезианского бассейна. Рассмотрены различные типы фильтров, их преимущества и недостатки. На основе полевых исследований показано, что наиболее эффективными для подавляющей части артезианских скважин на исследуемой территории являются кожуховые фильтры. Рекомендованы фракции песка для песчаной обсыпки в кожуховых фильтрах для тонко-мелкозернистых водоносных слоев.

Ключевые слова: Терско-Кумский артезианский бассейн, кожуховый фильтр, пескование, самоизлив, тонкозернистые пески, щелевой фильтр, фильтрационная колонна.

BORING WATER WELLS WITH SHELL-AND-HOLE FILTERS IN AQUIFERS WITH
FINE-GRAINED SANDS (ON THE EXAMPLE OF PLAIN DAGESTAN)

*Kondakov V. M., Ibaev Zh. G.
Institution of Russian Academy of Science Institute of Geology of Dagestan Scientific Centre*

Considered are the questions of design and equipment of filtration columns at the artesian wells of the Terek-Kum artesian basin. Various types of filters, their advantages and disadvantages have been considered. Based on field studies, it is shown that the most effective for the vast majority of artesian wells in the study area are shell-and-hole filters. Recommended are the fractions of sand for sanding in shell-and-hole filters for fine-grained aquifers.

Keywords: The Terek-Kum artesian basin; shell-and-hole filter; sanding; self-discharging; fine-grained sands; slot filter; filtration column.

В Дагестане на территории Терско-Кумского артезианского бассейна имеется порядка 3000 водозаборных скважин, в том числе 2000 самоизливающихся. Большинство скважин оборудовано щелевыми фильтрами и работают в режиме постоянного самоизлива. Оборудование скважин щелевыми фильтрами и краново-диафрагменными устройствами на устье скважин (для ограничения дебита) было оправдано.

Однако при нарушении режима, временного закрытия скважин или ограничения дебита происходит пескование скважин, а иногда и прекращение самоизлива. К настоящему времени отмечено повсеместное снижение статического уровня подземных вод, особенно в апшеронском и бакинском водоносных горизонтах, от 3 до 30 м. Так в г. Кизляр статический уровень на сегодня (относительно поверхности земли) составляет +3 м, в сел. Бабаюрт +7 м, сел. Кочубей +10 м. На территории Терско-Кумского артезианского бассейна помимо снижения статического регионального уровня подземных вод имеет место и дополнительное снижение уровня за счет работы близ расположенных водозаборных скважин.

Снижение пьезометрического уровня продуктивных водоносных горизонтов вызвано сработкой «упругих» запасов подземных вод в связи с увеличением водоотбора. В 1960 г. водоотбор по бакинскому и апшеронскому водоносным комплексам составлял порядка 200 тыс. м³/сут., а в 1995-2000 гг. уже – 380-480 тыс. м³/сут.

В связи с вышеизложенным в настоящее время актуален вопрос о принудительном водоотборе с использованием электропогружных насосов для получения дебитов порядка 8-25 л/с вместо 2-4 л/с в самоизливающихся скважинах. Поэтому экономически обоснованным будет схема водозабора с централизованным водоснабжением от одной скважины для населения в 2500 человек вместо 4-5 скважин, работающих в режиме самоизлива.

Конструкция фильтров водозаборных скважин, вскрывающих тонко- и мелко-тонкозернистые пески, имеет важное значение, так как режим работы скважин чаще будет непостоянным: периодическое включение-выключение насосов согласно технологической схеме потребности водоотбора.

В нормативных документах по сооружению водозаборных скважин [1] есть рекомендации по оборудованию фильтров скважин в водоносных горизонтах с мелкозернистым песком, также предлагаются помимо других конструкций и кожуховые фильтры с гравийно-песчаной обсыпкой.

Рекомендаций по сооружению и выбору фильтров в водоносных слоях имеющих тонкозернистый или мелко-тонкозернистый состав песка нет. По площади Равнинного Дагестан распространение водоносных слоев с тонкозернистым песком или разных фракций – тонкозернистого и мелкозернистого песка чрезвычайно велико и составляет около 50% территории [2]. В таблице 1 приводится описание состава водовмещающих песков по скважинам, пробуренным с отбором керна, анализом гранулометрического состава и стандартным геофизическим каротажем.

Таблица 1.

Взаимосвязь гранулометрического состава водоносных песков с геофизическими и фильтрационными свойствами.

| № скважины, ее местоположение | Тип фильтра и его интервалы, м | Состав песка | Эффективная мощность, м | Механический состав по фракциям, % | | | | | Гамма-каротаж | Кажущееся сопротивление ом/м | Коэффициент фильтрации м/сут. |
|--|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|----------|---------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | | >0,25 мм | 0,25-0,1 мм | 0,05-0,1 мм | 0,05-0,01 мм | <0,01 мм | | | |
| 1/97, ж/д ст. Бабаюрт | Кожуховый 228-245 | Тонко-мелкозерн. глинистый | 29 | 1,4 | 46,5 | 26,3 | 9,7 | 16,1 | 8-11 | 40-50 | |
| | 258-269 | мелкозерн. | 8 | 16,9 | 59,8 | 10,9 | 4,2 | 8,2 | 8-12 | 30-50 | |
| | 299-309 | Тонко-мелкозерн. | 16 | 0,7 | 49,4 | 35,1 | 13,2 | 1,6 | 8-12 | 30-40 | |
| Средне взвешенный состав в песках по скважине 1/97 | | | | | | | | | | | |
| | | тонко-мелкозерн. | 53 | 3,5 | 49,4 | 26,6 | 9,9 | 10,6 | | | |
| 31Ц г. Каспийск | Сетчатый 3,5-4,2 | Тонкозерн. | 0,7 | 4,3 | 6,5 | 88,2 | 0,0 | 1,0 | | | 1,1 |
| 6Ц г. Каспийск | Сетчатый 4-13 | Тонко-мелкозерн. | 10,7 | 6,4 | 60,2 | 33,4 | 0,0 | 0,0 | | | 5,8 |
| 1Ц г. Каспийск | Сетчатый 1-4 | Средне-мелкозерн. | 3 | 34,7 | 58,7 | 6,6 | 0,0 | 0,0 | | | 12,3 |
| 675 стан. Александрийская | Сетчатый 61-88 | Тонкозерн. | 17 | - | - | - | - | - | 5 | 6 | 2,0 |
| 683 стан. Александрийская | Сетчатый 1-5 | Тонкозерн. | 4 | - | - | - | - | - | 5-6 | 1 | 2,0 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|--|----|----------|----------|----------|----------|----------|-----|-------|------|
| 747Ц в 27 км от Терекли- Мектеб | ФКО 235-272 | Мелко- тонко- зерн. | 40 | 10, 6 | 30,8 | 42, 7 | 5,3 | 10, 6 | 8-9 | 20-40 | 5,7 |
| 758 в 27 км от Терекли- Мектеб | Кожу- ховый 147-179 | Тонко- мелко- зерн. | 55 | 11, 5 | 40,7 | 34, 9 | 6,0 | 6,9 | 8-9 | 30-40 | 10,4 |
| 902 в 3 км на запад от ж/д ст. Бабаюрт | Сетча- тый 422-425 | Мелко- зерн- глинист с тонко- зарнист. | 16 | 15, 5 | 32,9 | 19, 4 | 17, 4 | 14, 8 | 10 | 30-50 | |
| | 431-444 | Средне- зерн. | 14 | 50, 1 | 23,9 | 18, 6 | 0,0 | 7,4 | 9 | 30-50 | |
| | 450-460 | Мелко- средне- зерн. | 10 | 46, 3 | 36,9 | 11, 7 | 1,0 | 4,1 | 8 | 30-50 | |
| | 461-464 | Тонко- мелко- зерн. | 5 | 10, 5 | 48,9 | 26, 6 | 5,8 | 8,2 | 8 | 30-50 | |
| | 465-470 | Средне- зерн. | 5 | 64, 1 | 21,8 | 8,3 | 0,0 | 5,8 | 8 | 30-50 | |
| Средне взвешенный состав | | | | | | | | | | | |
| | | Средне- мелко- зерн. | 50 | 36 | 41, 1 | 17, 3 | 6,5 | 9,1 | | | 7,6 |

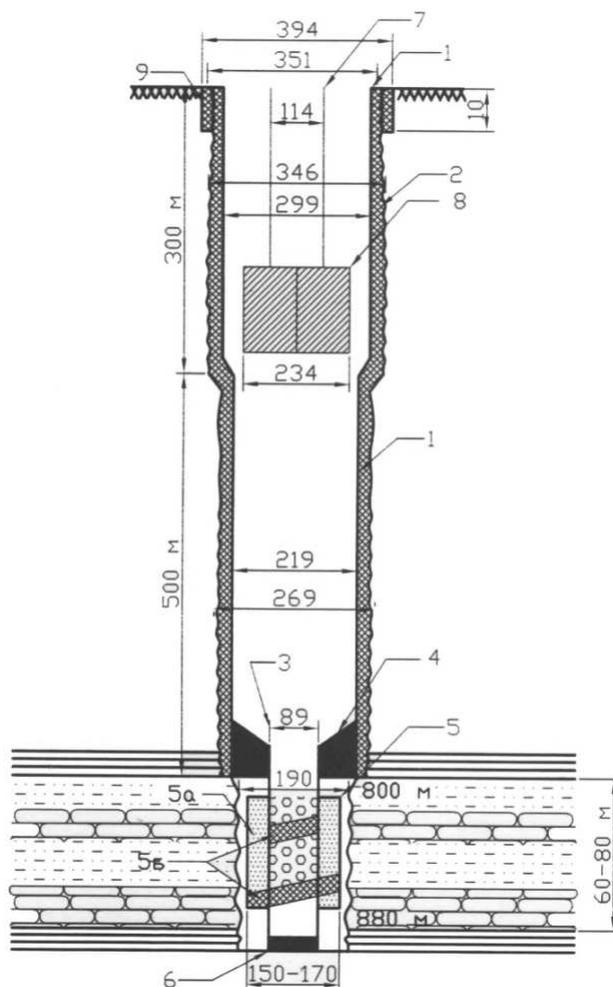
Также приведены коэффициенты фильтрации водовмещающих песков по данным опытных кустовых и одиночных откачек. Как следует из обширного материала, водоносные слои имеют следующий состав песков для данных коэффициентов фильтрации: от 1 до 2 м/сут. – пески тонкозернистые; от 2 до 6 м/сут. – пески мелко-тонкозернистые и тонко-мелкозернистые. Значения гамма каротажа для тонко и мелко-тонкозернистых песков составляет от 3 до 8 мкр/час. Сооружение водозаборных скважин с кожуховыми фильтрами (рис. 1) имели место в г. Южносухокумске (апшеронский водоносный горизонт), на железнодорожной станции Бабаюрт (скважина 1/97), а также у сел. Аджидада.

Песчаная обсыпка фильтра скважины 1/97 состояла из фракции песка в 1-2 мм засыпанного между сетками (кожух) на перфорированной колонне обсадных труб. Толщина обсыпки составляла 3-4 мм. Диаметр фильтрационной колонны составлял 160-170 мм при диаметре обсадной фильтрационной колонны в 89 мм. В конечном итоге, диаметр песчаной фракции обсыпки должен быть не более, чем в 20 раз водовмещающих фракций песка водоносных слоев.

После освоения скважины № 1/97 при дебите 4,3 л/с и динамическом уровне 14,0 м скважина не песковала. Многократные включения – выключения не производили мути. Вывод следующий, что в результате откачки к «кожуху» фильтра примкнули частицы мелкозернистого песка, которые закрыли фильтр от проникновения фракции тонкозернистого песка. Как бы получилось дополнительное звено обратного фильтра: тонкозернистый – мелкозернистый – крупнозернистый (в кожухе фильтра). Итак получилось 3 слоя. Видимо, это возможно, если в песке есть процент фракции мелкозернистого песка.

Скважина 902, оборудованная в качестве наблюдательного пункта на верхнеапшеронский водоносный горизонт, имела сетчатый фильтр с размером ячейки 1 мм. Она бурилась с применением глинистого раствора и ее разглинизация осуществлялась подобно скважине №1/97 (см. выше), только с применением центрального эрлифта. Несмотря на небольшие интервалы тонко-мелкозернистого песка (422-425) и тонко-мелкозернистого (461-464) в начале откачки, в течение 8-10 часов, наблюдался вынос тонкозернистого песка с мутью, понижение при откачке

составляло 15 м. (депрессия 1,5 кг/см²) при дебите 8 л/с. Спустя 2-3 месяца по данным расходомерии было выяснено, что нижний 4-й фильтр и половина 3-го фильтра были закрыты песчаной пробкой.



1 – комбинированная эксплуатационная колонна; 2 – затрубно цементируемое пространство; 3 – фильтрационная колонна; 4 – сальник; 5 – кожаный фильтр; 5а – песчаная обсыпка; 5б – внутренняя и внешняя сетки (кожу х); 6 – башмак; 7 – водоподъемная труба; 8 – насос ЭЦВ 10-63-270; 9 – направляющая труба.

Рис. 1. Примерная конструкция разведочно-эксплуатационной скважины при каптаже водоносного слоя с тонкозернистым песком.

Выводы.

1. Металлическая сетка с диаметром ячейки в 1 мм в фильтрах скважин, вскрывающих даже небольшие интервалы мелко-тонкозернистого песка, не будет исключать пескования скважин при переменном режиме давления.

2. Значения гамма-каротажа в тонко-мелкозернистых и среднезернистых песках практически не отличались и были в пределах 8-9 мкр/час.

3. При вскрытии водоносных горизонтов с тонкозернистым, мелко-тонкозернистым или тонко-мелкозернистым песком следует производить песчаную обсыпку кожаного фильтра фракцией песка в 1-2 мм. Тогда пескование скважин при переменном режиме давления исключается.

Литература

1. СНИП 2.04.02-84* Водоснабжение наружные сети и сооружения
2. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. Махачкала.: Дагкнигиздат, 1969. 92 с.

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-45-50

КОРРЕЛЯЦИЯ ВАРИАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ВАРИАЦИЙ
СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ
ПУНКТОВ ДАГЕСТАНА В 2019 г.

*Алиев И.А., Магомедов А.Г.
Институт геологии Дагестанского ФИЦ РАН*

В статье рассматриваются результаты наблюдений вариаций кажущегося сопротивления горных пород, полученных на измерительном пункте Турали и вариаций модуля полного вектора геомагнитного поля Земли полученных на измерительном пункте Махачкала в 2019 г. Показано, что в наблюдаемых вариациях геомагнитного поля Земли, как и вариациях кажущегося сопротивления горных пород, отмечаются и эндогенные и экзогенные причины. Показано, что вариации кажущегося сопротивления горных пород и вариаций модуля полного вектора геомагнитного поля хорошо коррелируют с вариациями сейсмической активности.

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

CORRELATION OF VARIATIONS OF GEOPHYSICAL PARAMETERS AND VARIATIONS OF
SEISMIC ACTIVITY ON OBSERVATIONAL NETWORKS
ITEMS OF DAGESTAN IN 2019

*Aliev I.A., Magomedov A.G.
Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS*

The article discusses the results of observations of variations in apparent rock resistance obtained at the Turali measuring station and variations in the absolute value of the total vector of the Earth's geomagnetic field obtained at the Makhachkala measuring station in 2019. It is shown that the observed variations in the Earth's geomagnetic field, as well as variations in the apparent rock resistance both endogenous and exogenous causes are noted. It is shown that variations in apparent rock resistance and variations in the absolute value of the total vector of the geomagnetic field correlate well with variations in seismic activity.

Keywords: apparent rock resistance, the module of the complete vector of the Earth's geomagnetic field, tectonic stresses and deformations from seismic events, geomagnetic activity.

Данная статья является продолжением анализа вариаций геофизических параметров полученных на сети наблюдательных пунктов ИГ ДФИЦ РАН и вариаций сейсмической активности представленных в [1].

Для анализа сейсмической активности и последовательных движений эпицентров нами выбрана область с координатами: по широте от 34° до 46° СШ, и по долготе от 40° до 56° ВД. И сейсмические события с магнитудой $M \geq 4$ и глубиной очага от 4 до 50 км, которые в большинстве случаев отражаются в вариациях кажущегося сопротивления горных пород (КС) и концентраций растворенных газов в изливающихся скважинах на сети станций наблюдений ИГ ДНЦ РАН. В выбранную область входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана, Казахстана и Туркменистана. Сейсмические события для анализируемой области за анализируемый период из каталогов ГС (Геофизической службы) РАН и EMSC (European Mediterranean Seismological Centre).

В [2,3,4] были рассмотрены результаты наблюдений вариаций КС горных пород, полученных на сети измерительных пунктов ИГ ДНЦ РАН в 2012 -2016 гг. Показано, что в наблюдаемых вариациях отмечаются и эндогенные и экзогенные причины. Из эндогенных причин отмечено, что в вариации наблюдаемых геофизических параметров значительный вклад вносят тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин:

основной вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности и гравитационных явлений, связанных с движениями Земли в Солнечной системе и Галактике.

В таблице 1 приведены данные, из каталога EMSC [7] (European-Mediterranean Seismological Centre), вариаций сейсмической активности за рассматриваемый 2019 год.

Таблица 1.

| <i>Date</i> | <i>Latitude (N)</i> | <i>Longitude (E)</i> | <i>Depth</i> | <i>Magnitude</i> | <i>Region name</i> |
|-------------|---------------------|----------------------|--------------|------------------|---|
| 2019-12-04 | 35.03 | 53.33 | 10 | 3.9 | NORTHERN IRAN |
| 2019-12-03 | 39.07 | 54.63 | 10 | 4.6 | TURKMENISTAN |
| 2019-12-03 | 39.27 | 54.73 | 24 | 4.4 | TURKMENISTAN |
| 2019-12-01 | 40.33 | 42.16 | 5 | 4.0 | EASTERN TURKEY |
| 2019-11-19 | 38.79 | 48.58 | 16 | 4.0 | AZERBAIJAN |
| 2019-11-19 | 38.43 | 44.51 | 10 | 4.7 | TURKEY-IRAN BORDER REGION |
| 2019-11-19 | 38.47 | 44.49 | 10 | 4.0 | TURKEY-IRAN BORDER REGION |
| 2019-11-18 | 37.68 | 47.76 | 14 | 4.0 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-11 | 38.41 | 45.27 | 10 | 4.0 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-10 | 37.72 | 47.45 | 10 | 4.0 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-10 | 37.67 | 47.53 | 10 | 4.7 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-09 | 37.71 | 47.45 | 10 | 3.9 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-08 | 37.79 | 47.52 | 10 | 4.7 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-08 | 37.69 | 47.46 | 10 | 4.0 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-07 | 37.73 | 47.51 | 18 | 4.3 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-07 | 37.74 | 47.52 | 12 | 3.9 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-07 | 36.63 | 45.44 | 10 | 4.4 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-11-07 | 37.67 | 47.51 | 10 | 4.1 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-07 | 37.74 | 47.49 | 14 | 4.1 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-11-07 | 37.72 | 47.60 | 10 | 5.9 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-10-31 | 35.30 | 53.24 | 10 | 4.5 | NORTHERN IRAN |
| 2019-10-28 | 34.33 | 47.43 | 10 | 4.6 | WESTERN IRAN |
| 2019-10-09 | 40.73 | 52.10 | 10 | 4.6 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-10-04 | 36.67 | 53.90 | 10 | 4.1 | NORTHERN IRAN |
| 2019-09-27 | 41.23 | 48.24 | 38 | 4.0 | AZERBAIJAN |
| 2019-09-21 | 42.58 | 45.36 | 10 | 3.9 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 2019-09-18 | 43.08 | 45.16 | 10 | 3.9 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 2019-09-17 | 34.95 | 46.36 | 10 | 4.6 | WESTERN IRAN |
| 2019-09-16 | 36.66 | 50.06 | 10 | 4.4 | NORTHERN IRAN |
| 2019-09-14 | 38.92 | 44.33 | 10 | 4.5 | TURKEY-IRAN BORDER REGION |
| 2019-09-13 | 41.99 | 49.28 | 10 | 3.9 | CASPIAN SEA, OFFSHORE AZERBAIJAN |
| 2019-09-11 | 38.59 | 48.93 | 20 | 4.0 | CASPIAN SEA, OFFSHORE AZERBAIJAN |
| 2019-09-10 | 41.09 | 43.93 | 8 | 3.9 | ARMENIA |
| 2019-09-10 | 41.10 | 44.28 | 10 | 4.7 | ARMENIA |
| 2019-09-09 | 38.51 | 44.24 | 10 | 4.1 | TURKEY-IRAN BORDER REGION |
| 2019-08-27 | 40.54 | 51.93 | 50 | 4.1 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-08-26 | 40.53 | 52.06 | 10 | 3.9 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-08-22 | 40.28 | 46.49 | 11 | 4.1 | AZERBAIJAN |
| 2019-08-16 | 37.93 | 46.64 | 10 | 4.3 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-08-12 | 38.33 | 40.82 | 7 | 4.1 | EASTERN TURKEY |
| 2019-08-12 | 38.33 | 40.82 | 7 | 4.1 | EASTERN TURKEY |
| 2019-08-11 | 41.57 | 46.57 | 10 | 4.4 | AZERBAIJAN |
| 2019-08-10 | 41.56 | 46.57 | 10 | 4.1 | AZERBAIJAN |
| 2019-08-10 | 41.58 | 46.59 | 10 | 4.9 | AZERBAIJAN |
| 2019-08-03 | 34.60 | 46.41 | 10 | 4.2 | WESTERN IRAN |
| 2019-07-31 | 39.68 | 41.44 | 5 | 4.0 | EASTERN TURKEY |
| 2019-07-29 | 34.56 | 45.82 | 10 | 4.4 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-07-28 | 37.39 | 54.50 | 20 | 4.0 | NORTHERN IRAN |
| 2019-07-22 | 42.51 | 43.43 | 10 | 4.1 | GEORGIA (SAK'ART'VELO) |
| 2019-07-17 | 34.36 | 45.62 | 10 | 4.5 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-07-16 | 41.28 | 46.10 | 10 | 3.9 | GEORGIA (SAK'ART'VELO) |
| 2019-07-15 | 40.45 | 41.79 | 5 | 4.4 | EASTERN TURKEY |
| 2019-07-10 | 34.33 | 45.59 | 9 | 4.0 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-07-10 | 36.87 | 43.41 | 10 | 4.3 | IRAQ |
| 2019-07-04 | 36.15 | 54.13 | 8 | 4.0 | NORTHERN IRAN |
| 2019-07-04 | 36.08 | 54.05 | 10 | 4.1 | NORTHERN IRAN |

| | | | | | |
|------------|-------|-------|----|-----|----------------------------------|
| 2019-07-04 | 35.91 | 54.32 | 10 | 4.7 | NORTHERN IRAN |
| 2019-07-04 | 36.27 | 54.37 | 10 | 4.2 | NORTHERN IRAN |
| 2019-06-30 | 39.79 | 54.64 | 10 | 4.1 | TURKMENISTAN |
| 2019-06-23 | 34.32 | 45.58 | 46 | 4.7 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-06-13 | 40.71 | 52.16 | 10 | 4.4 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-06-13 | 40.71 | 52.16 | 10 | 4.4 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-06-12 | 35.06 | 46.60 | 10 | 4.1 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-06-07 | 38.34 | 46.67 | 10 | 4.0 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-06-05 | 40.75 | 51.95 | 40 | 4.7 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-06-05 | 34.49 | 45.75 | 10 | 4.7 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-06-05 | 34.41 | 45.68 | 10 | 4.5 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-05-25 | 34.56 | 45.69 | 10 | 4.2 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-05-25 | 34.67 | 46.36 | 8 | 4.2 | WESTERN IRAN |
| 2019-05-24 | 43.05 | 47.21 | 10 | 4.6 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 2019-05-20 | 35.39 | 52.46 | 8 | 3.9 | NORTHERN IRAN |
| 2019-05-17 | 44.08 | 43.01 | 10 | 4.1 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 2019-05-11 | 34.91 | 45.81 | 10 | 5.3 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-05-07 | 38.19 | 53.91 | 10 | 4.2 | TURKMENISTAN |
| 2019-04-26 | 36.99 | 55.37 | 10 | 4.2 | NORTHERN IRAN |
| 2019-04-26 | 41.54 | 50.32 | 10 | 4.0 | CASPIAN SEA |
| 2019-04-15 | 34.32 | 45.57 | 10 | 4.3 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-04-14 | 35.65 | 48.99 | 10 | 4.0 | WESTERN IRAN |
| 2019-04-13 | 38.86 | 49.01 | 10 | 3.9 | CASPIAN SEA, OFFSHORE AZERBAIJAN |
| 2019-04-12 | 38.43 | 45.32 | 6 | 4.0 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-04-07 | 41.47 | 46.86 | 10 | 4.2 | AZERBAIJAN |
| 2019-03-24 | 44.38 | 43.46 | 10 | 3.9 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 019-03-24 | 44.38 | 43.46 | 10 | 3.9 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 2019-03-21 | 40.68 | 52.03 | 10 | 4.6 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-03-19 | 39.95 | 52.34 | 30 | 4.0 | CASPIAN SEA, OFFSHR TURKMENISTAN |
| 2019-03-12 | 34.15 | 45.50 | 10 | 4.5 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-03-11 | 35.64 | 49.06 | 20 | 3.9 | WESTERN IRAN |
| 2019-03-02 | 41.72 | 48.05 | 10 | 3.9 | CAUCASUS REGION, RUSSIA |
| 2019-02-21 | 34.94 | 46.21 | 8 | 4.3 | WESTERN IRAN |
| 2019-02-18 | 38.53 | 44.27 | 10 | 4.1 | TURKEY-IRAN BORDER REGION |
| 2019-02-11 | 40.77 | 48.49 | 13 | 4.0 | AZERBAIJAN |
| 2019-02-07 | 34.63 | 45.26 | 10 | 3.9 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-02-06 | 39.15 | 40.45 | 5 | 4.0 | EASTERN TURKEY |
| 2019-02-06 | 40.78 | 48.49 | 9 | 4.0 | AZERBAIJAN |
| 2019-02-05 | 40.78 | 48.46 | 8 | 5.1 | AZERBAIJAN |
| 2019-02-05 | 40.77 | 48.51 | 10 | 4.4 | AZERBAIJAN |
| 2019-02-05 | 38.90 | 48.52 | 19 | 3.9 | AZERBAIJAN |
| 2019-01-31 | 37.63 | 48.37 | 10 | 4.1 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-01-29 | 34.31 | 45.11 | 10 | 3.9 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-25 | 37.69 | 48.96 | 10 | 4.2 | NORTHWESTERN IRAN |
| 2019-01-15 | 34.05 | 45.59 | 10 | 4.0 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-15 | 34.06 | 45.56 | 10 | 4.0 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-06 | 34.00 | 45.51 | 10 | 4.1 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-06 | 34.00 | 45.51 | 10 | 4.1 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-06 | 34.00 | 45.65 | 10 | 4.7 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-06 | 34.17 | 45.60 | 8 | 4.1 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-05 | 34.71 | 46.47 | 10 | 4.1 | WESTERN IRAN |
| 2019-01-04 | 34.24 | 45.60 | 10 | 4.2 | IRAN-IRAQ BORDER REGION |
| 2019-01-01 | 39.38 | 40.49 | 5 | 4.1 | EASTERN TURKEY |

На рисунке 1 представлены магнитуды сейсмических событий происшедших в анализируемой области в 2019 году. Сейсмические события взяты с магнитудой $M \geq 3,9$ потому что в каталогах продолжают уточнять положения эпицентров и вычислять магнитуды в течение года. Фоновым значением как видно из рисунка 1 можно считать магнитуду $M \geq 3,9$. Магнитуды $M \geq 4,5$ можно считать значительными. Оценку деформаций от сейсмических событий проводилась нами ранее в [2,3,4].

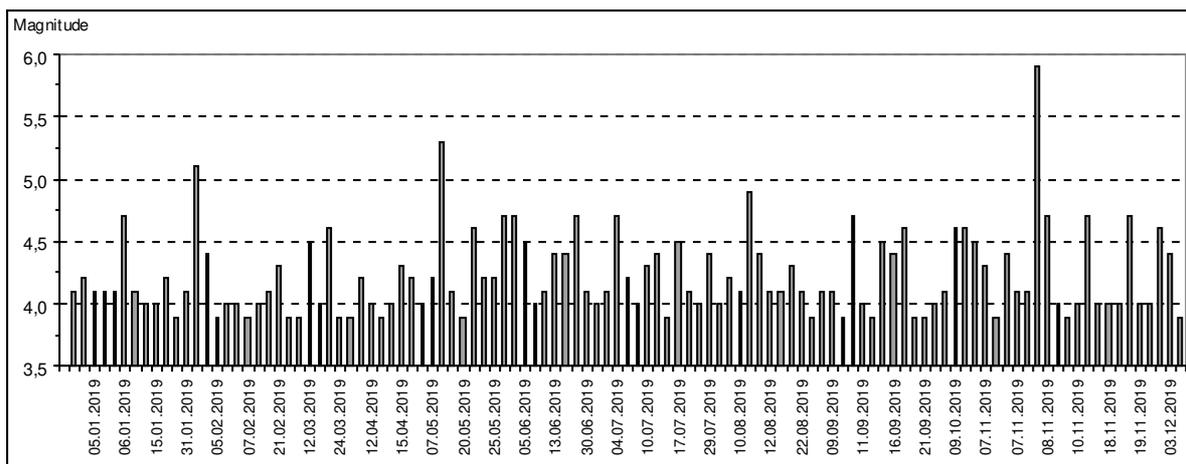


Рис.1. Магнитуды последовательных сейсмических событий за 2019 г.

Отметим всплеск сейсмической активности в январе - феврале (на рисунке 2, где представлены сейсмические события по месяцам с магнитудой $M \geq 4$ и где их фоновое значение 4 события в месяц). Затем стабильно высокая сейсмическая активность в марте, апреле и мае. Повышение сейсмической активности июнь – сентябрь, за которым снижение до фонового значения октябрь – декабрь, между которыми максимальная активность года в ноябре.

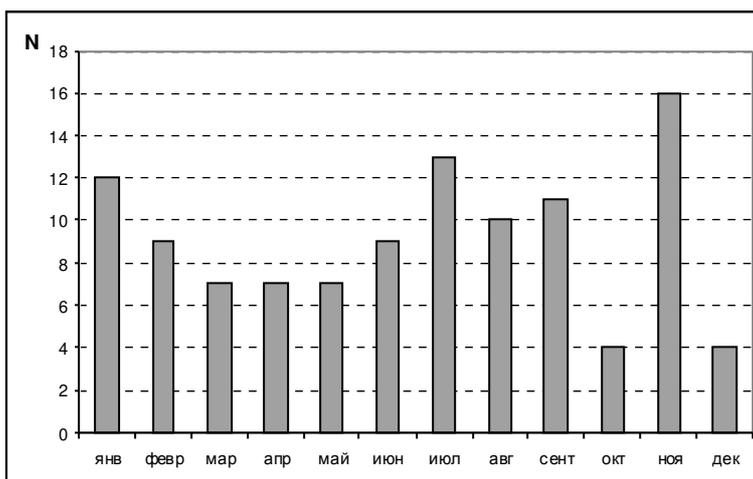
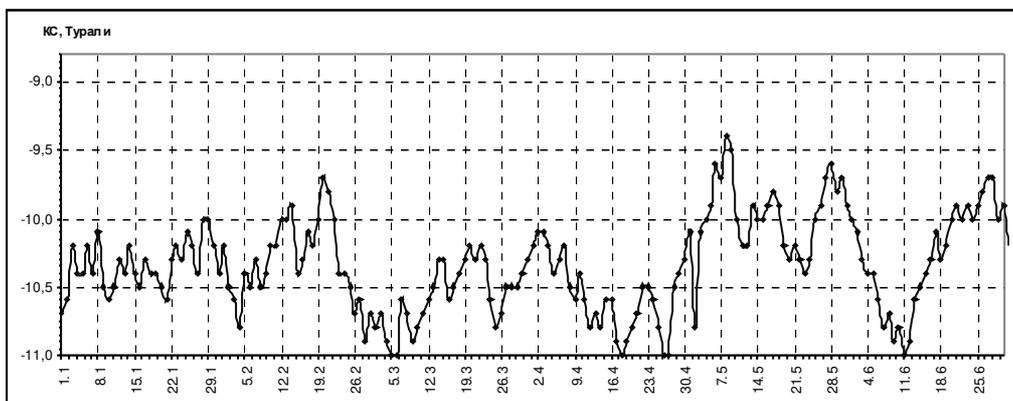
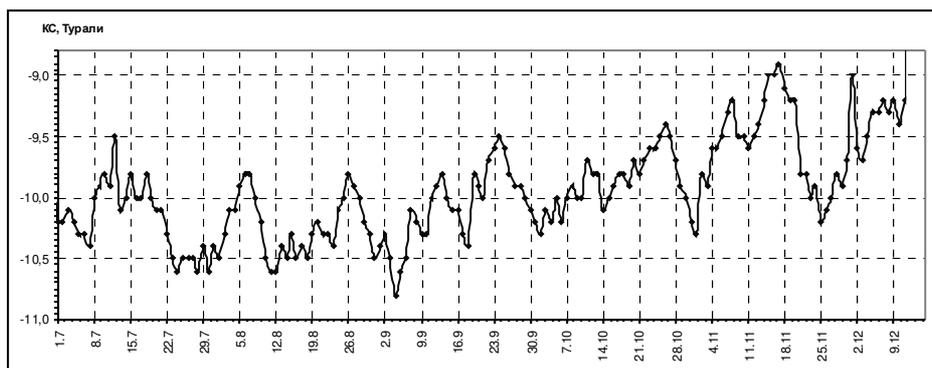


Рис.2. Число сейсмических событий с магнитудой $M \geq 4$ по месяцам 2019 г.

На рисунке 3 (а, б) представлены вариации кажущегося сопротивления горных пород КС на измерительном пункте Турали за первое и второе полугодия 2019 года.



а



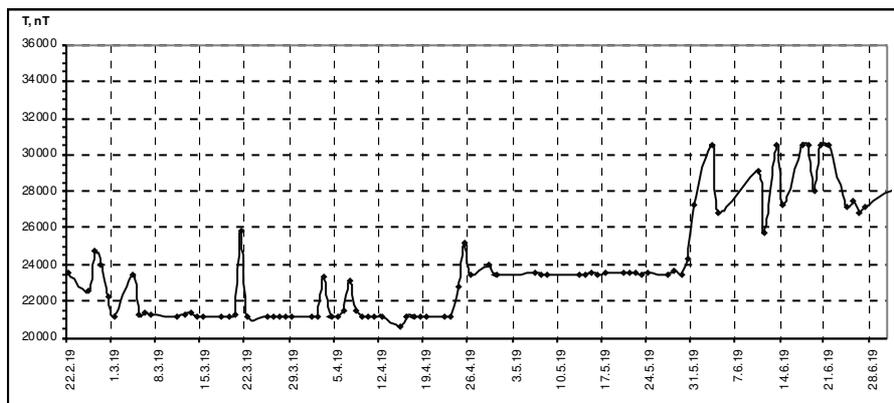
б

Рис.3. Вариации кажущегося сопротивления горных пород КС на измерительном пункте Турали: а – за 01-06 2019 г., б – за 07-12 2019 г.

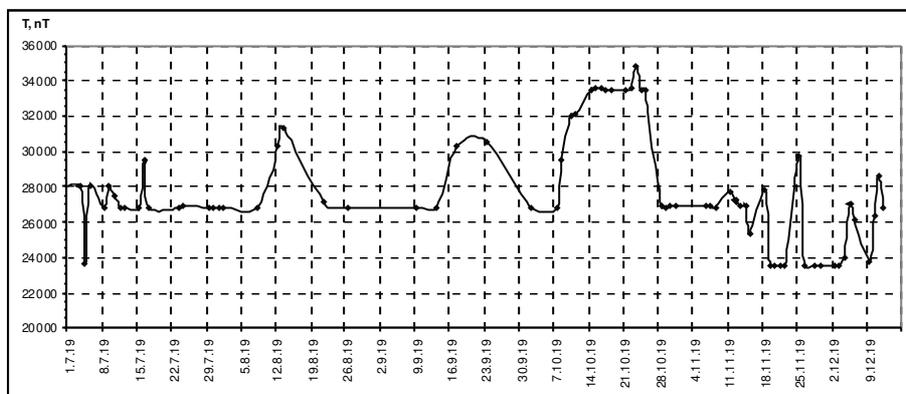
Вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Махачкала за первое и второе полугодия 2019 года представлены на рисунке 4 (а, б).

Сравнив случаи резкого, скачкообразного, изменения геомагнитного поля Земли (рис.4) с вариациями сейсмической активности (СА) из таблицы 1, отметим совпадение этих периодов. Следует отметить, что средние значения модуля полного вектора геомагнитного поля Земли скачкообразно увеличивались на 8000 нТ или на 35,2 %.

Это позволяет нам заключить, что, как и в случае вариаций кажущегося сопротивления горных пород КС на рис.3 (повторяющие выводы [2,3,4]) основной вклад в вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли вносят вариации СА.



а



б

Рис.4. Вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Махачкала: а – за 01-06 2019 г., б – за 07-12 2019 г.

На рисунке 5 представлено изменение коэффициента корреляции между рядами вариаций кажущегося сопротивления горных пород КС на измерительном пункте Турали и вариациями модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Махачкала по месяцам за 2019 г.

Коэффициент корреляции между рядами геофизических параметров на измерительном пункте Турали и Махачкала за весь 2019 г. имеет значение $k = 0,384346$.

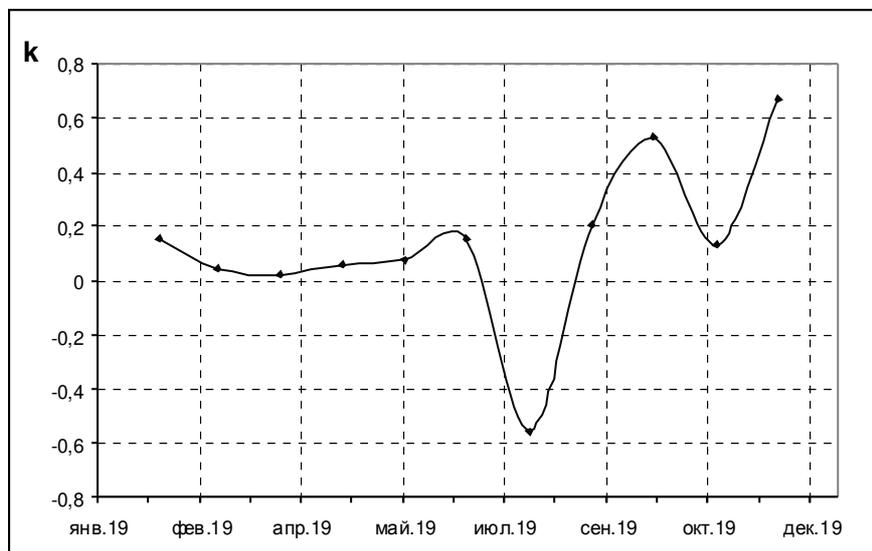


Рис.5. Изменение коэффициента корреляции между рядами геофизических параметров на измерительном пункте Турали и Махачкала по месяцам за 2019 г.

В периоды увеличения сейсмической активности 2019 года: июль-август-сентябрь и ноябрь значение коэффициента корреляции между рядами геофизических параметров значительно изменяется, начинает увеличиваться (в первый период в противофазе).

Коэффициент корреляции между рядами анализируемых данных сети станций ИГ ДФИЦ РАН имеет четкий физический смысл и его можно считать индикатором (индексом) состояния среды, не только района сети станций, но и всего Дагестана и Восточного Кавказа[5, 6].

Литература

1. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Алибеков М.С. Проявление вариаций сейсмической активности в геофизических параметрах на сети наблюдательных пунктов Дагестана в начале 2019 г. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №2 (77), 2019, стр. 95 - 100.
2. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Махачкала за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №1 (68), 2017, стр. 84-94.
3. Алиев И.А., Мусаев М.А. Вариации геофизических параметров и сейсмической активности в районе измерительных пунктов «Избербаш-Чиркей» за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа», Труды Института геологии ДНЦ РАН, №3 (70), 2017, стр. 92 – 108.
4. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Турали за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №3 (74), 2018, стр. 55-65.
5. Отчет по теме «Изучение пространственно-временных закономерностей распределения геополей Восточного Кавказа под воздействием природных и техногенных факторов» (заключительный). Институт геологии ДНЦ РАН, Махачкала, 2016, с.113.
6. Алиев И.А., Мусаев М.А. Анализ корреляционной связи между рядами вариаций кажущегося сопротивления горных пород полученных на сети станций ИГ ДНЦ РАН. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №4 (75), 2018, стр. 73-83.
7. www.emsc-csem.org.

УДК 550.32

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-51-55

ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ УРОВНЕЙ ВОДЫ В СКВАЖИНЕ И ВОДОХРАНИЛИЩЕ В РАЙОНЕ ПЛОТИНЫ ЧИРКЕЙСКОЙ ГЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ РЯДАМИ УРОВНЯ

Идармачев¹ И.Ш., Децеровский² А.В., Марченко³ М.Н.

¹*Институт геологии ДФИЦ РАН,*

²*Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН,*

³*Московский государственный университет им. Ломоносова*

Получены уравнения регрессий уровней воды в водохранилище и скважине, расположенной на правом берегу плотины Чиркейской ГЭС в зоне обходной фильтрации, позволяющие с высокой точностью заполнить пробелы данных уровня воды в скважине по уровню водохранилища. Установлено, что коэффициент пропорциональности между уровнем воды в скважине и водохранилищем равен 1 при задержке уровня в скважине на 3 сут. Это означает равенство амплитуд колебания уровня в скважине и водохранилище. С физической точки зрения, такая маленькая задержка уровня воды в скважине возможна в условиях повышенной трещиноватости пород и подтверждает тот факт, что 90% обходной фильтрации плотины Чиркейской ГЭС происходит по правому берегу.

Ключевые слова: уравнение регрессии, уровень воды в водохранилище, кажущееся сопротивление, обходная фильтрация плотины, WinABD.

INVESTIGATION OF THE CONSISTENCY OF WATER LEVELS IN THE WELL AND RESERVOIR IN THE AREA OF THE CHIRKEYSKAYA HPP DAM USING CORRELATIONS BETWEEN THE LEVEL SERIES

Idarmachev¹ I. Sh., Descherevsky² A. V., Marchenko³ M. N.

¹*Institute of Geology Dagestan Federal research center RAS,*

²*Institute of physics of the Earth. O.Y. Schmidt RAS,*

³*Moscow State University Lomonosov*

The equations of regressions of water levels in the reservoir and the well located on the right Bank of the Chirkey HPP dam in the bypass filtration zone are obtained, which allow to fill with high accuracy the gaps of water level data in the well at the reservoir level. It is established that the proportionality coefficient between the water level in the well and the reservoir is 1 with a delay in the level in the well for 3 days. This means that the amplitudes of the level fluctuations in the well and the reservoir are equal. From the physical point of view, such a small delay in the water level in the well is possible in conditions of increased fracturing of rocks and confirms the fact that 90% of bypass filtration of the Chirkey HPP dam occurs on the right Bank.

Keywords: regression equation, the water level in the reservoir, the apparent resistivity, bypass filtration of the dam, WinABD

Для анализа различных параметров режимных геофизических наблюдений в скважине, расположенной в зоне обходной фильтрации плотины Чиркейской ГЭС используются данные уровня водохранилища. Однако, в отдельных случаях возникают вопросы корректировки данных кажущегося сопротивления и электрического поля с уровнем воды в скважине. Для этого в отдельные периоды 2013 и 2015 гг. проводились измерения уровня в скважине раз в неделю, а потом с помощью программы WinABD [1-3] и данных уровня водохранилища был восстановлен уровень воды в скважине.

Измерения уровня воды в водохранилище выполняются ежедневно (за исключением выходных дней). В скважине, расположенной в непосредственной близости от водохранилища, измерения уровня выполнялись в мае-декабре 2013 г., а также в феврале-июле 2015 г.

Таким образом, два этих периода полностью покрывают весь годовой цикл, что дает хорошие данные для построения модели. С другой стороны, большой интервал между эпохами

может привести к смещению уровня по каким-то причинам и модель будет искажена из-за этого. Чтобы проконтролировать отсутствие такого эффекта, надо рассматривать не только весь срок в целом, но и два интервала по отдельности.

Поскольку скважина расположена в непосредственной близости от водохранилища, а в разрезе присутствуют трещиноватые известняки, то можно ожидать наличие гидрологической связи между скважиной и водохранилищем. Графики (рис. 1) подтверждают, что вариации уровней в скважине и в водохранилище согласованы. Это дает основания для расчета значений уровня воды в скважине в те периоды, когда такие наблюдения не проводились.

Для выполнения расчетов необходимо определить уравнение, связывающее два уровня. Априори ясно, что уровень воды в скважине (Нскв) может зависеть от многих факторов. Направление фильтрации подземных вод, от которого зависит разность уровней в скважине и в водохранилище (Нвдх), может меняться в разные сезоны года, при повышении и понижении уровня в водохранилище. Однако анализ показывает, что в действительности зависимость Нскв от уровня воды в водохранилище близка к линейной (рис. 2). Это означает, что даже простая линейная модель может обеспечить расчет значений Нскв с приемлемой точностью до нескольких сантиметров.

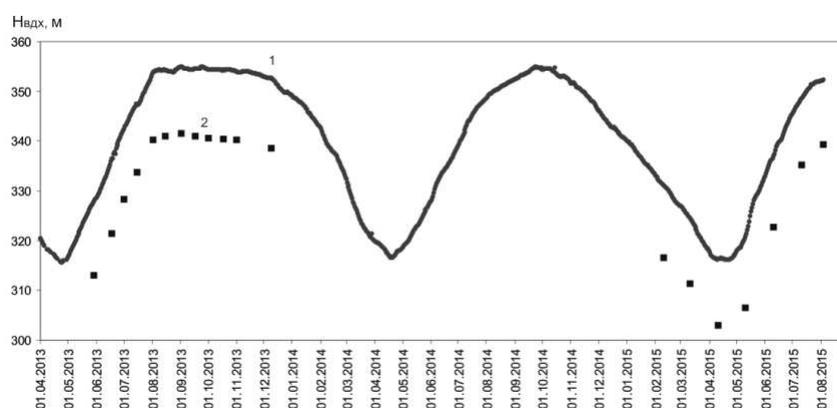


Рис. 1. Графики уровней воды в водохранилище (1) и скважине (2)

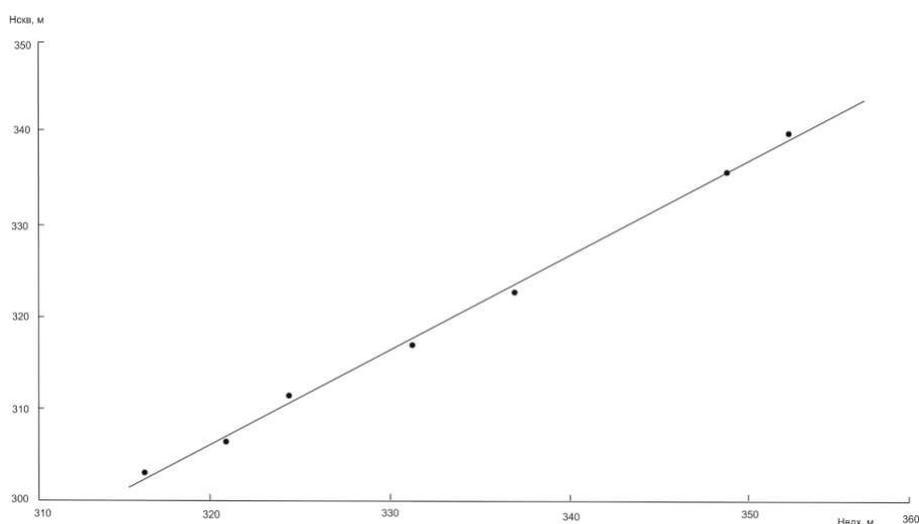


Рис. 2. Зависимость уровня воды в скважине от уровня воды в водохранилище

Такая модель включает два коэффициента: постоянное смещение dH уровня в скважине относительно уровня в водохранилище и коэффициент пропорциональности амплитуд Ah . При использовании модели ортогональной линейной регрессии (в этом случае предполагается, что оба уровня известны с некоторой погрешностью) значения коэффициентов модели получаются равными:

$$Ah = 1.057 \pm 0.006, \quad dH = -33.86 \pm 0.68 \quad (1-2013)$$

$$Ah = 1.013 \pm 0.013, \quad dH = -18.0 \pm 0.17 \quad (1-2015)$$

При использовании модели линейной регрессии (такая модель предполагает, что уровень воды водохранилище измеряется точно, а все погрешности модели обусловлены неточностями измерения уровня в скважине) коэффициенты модели изменяются незначительно:

$$Ah = 1.057 \pm 0.009, \quad dH = -33.72 \pm 0.98 \quad (2-2013)$$

$$Ah = 1.012 \pm 0.019, \quad dH = -17.7 \pm 0.24 \quad (2-2015)$$

Сводная модель по данным 2013 г.:

$$H_{скв}(t) = 1.057(\pm 0.007) \cdot H_{вдхр}(t) - 33.8(\pm 0.8) \quad (3-2013)$$

Несмотря на то, что две серии наблюдений в скважине выполнены в разные сезоны года и с 2-летним интервалом времени между ними, согласие между коэффициентами моделей вполне приемлемое. Различие восстановленных уровней не превосходит 1 см.

Правда, в модели 2013 г. коэффициент Ah заметно больше 1, и соответственно коэффициент dH имеет большую абсолютную величину. Из физических соображений модель 2015 г. кажется предпочтительной. Чтобы сравнить две модели и выбрать оптимальный компромиссный вариант, лучше всего оценить параметры регрессии по полному набору данных. При этом полный диапазон вариаций уровня увеличивается, и параметры регрессии оцениваются более точно.

По объединенным данным получается такая модель (линейная связь без временной задержки):

$$Ah = 1.016 \pm 0.007, \quad dH = -19.5 \pm 0.1 \quad (3-sum-orto)$$

$$Ah = 1.016 \pm 0.010, \quad dH = -19.2 \pm 0.2 \quad (3-sum-linear)$$

Видно, что и "летние", и "зимние" точки вполне хорошо ложатся на одну регрессию, а линейная и ортогональная модели дают почти одинаковые коэффициенты. Таким образом, окончательно можно остановиться на сводной модели:

$$H_{скв}(t) = 1.016(\pm 0.010) \cdot H_{вдхр}(t) - 19.3(\pm 0.2) \quad (3-sum)$$

Восстановленные по этим моделям уровни воды в скважине показаны на рис. 3.

Видно, что в обоих случаях измеренные точки очень близко легли на восстановленную кривую. Однако в модели 3-2013 есть один сомнительный нюанс. А именно, коэффициент пропорциональности Ah больше единицы. Это означает, что годовой размах колебаний уровня в скважине несколько больше, чем размах колебаний уровня в водохранилище. Из физических соображений отрицать такую возможность нельзя, однако для ее реализации необходимы достаточно специфические гидрогеологические условия.

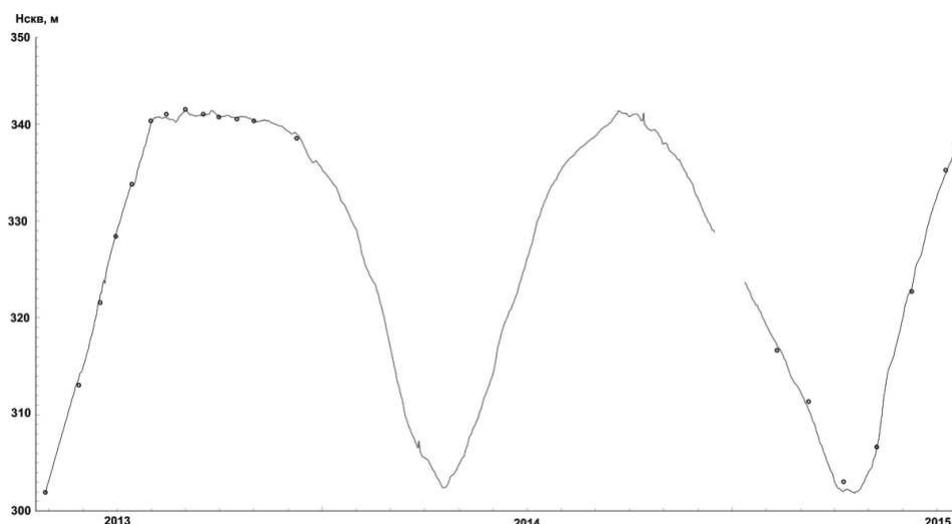


Рис. 3. Восстановленный по точечным замерам уровень воды в скважине

Модель 3-sum в этом отношении значительно лучше – коэффициент пропорциональности практически равен единице (отличие всего на полторы сигма). Поэтому экспериментировать с моделью сдвига фаз нет необходимости. Можно сразу принять модель 3-sum, как рабочую.

Интересно, что сравнение моделей (3-2013 и 3-sum показывает, что они почти совпадают (заметные отличия есть только на пике минимального уровня).

В целом, благодаря использованию добавочных данных удалось построить более обоснованную зависимость для расчета уровня в скважине, и исключить из рассмотрения модели с задержкой, поскольку в них теперь нет явной необходимости.

Учитывая это обстоятельство, была сделана попытка рассмотрения альтернативных моделей, учитывающих возможную задержку колебаний уровня в скважине по сравнению с колебаниями уровня в водохранилище. Из физических соображений и анализа данных следует, что эта задержка не должна быть очень большой, поэтому были опробованы модели с задержкой на 1-5 дней. Было установлено, что при задержке 3 дня коэффициент пропорциональности точно равен единице, что означает равенство амплитуд колебания уровня в скважине и водохранилище. Значения параметров для этой модели в случае ортогональной и линейной регрессии следующие:

$$Ah = 1.002 \pm 0.01, \quad dH = -14.25 \pm 0.15 \quad (4)$$

$$Ah = 1.002 \pm 0.01, \quad dH = -14.26 \pm 0.15 \quad (5)$$

Уравнение связи для этой модели (линейная связь с запаздыванием на 3 суток) можно принять в виде:

$$H_{скв}(t) = 1.00(\pm 0.01) \cdot H_{вдхр}(t-3) - 14.25(\pm 0.15) \quad (6)$$

При дальнейшем увеличении фактора задержки до 4-5 суток невязка еще более возрастает.

Таким образом обе использованные модели не идеальны. В модели (3) коэффициент Ah больше единицы, что несколько сомнительно с физической точки зрения. Модель (6) хуже описывает изменения уровня в летний период.

Обратимся еще раз к данным измерений уровня (рис. 1). Видно, что все замеры выполнены в летне-осенний период, при росте уровня воды либо на его максимальных отметках. Поэтому оценка качества модели возможна только в летне-осенний период. Погрешности моделей в зимне-осенний период фактически неконтролируемы. Это не позволяет ни обоснованно выбрать лучшую модель из двух имеющихся, ни внести дополнительные поправки в эти модели, с целью более качественной оценки уровня в скважине в течение всего года.

На данном этапе для восстановления уровня в скважине предпочтительнее использовать модель (3). Однако качество этой модели в зимне-весенний период не поддается проверке из-за отсутствия наблюдений уровня в скважине в это время. Нельзя исключить, что в этот период погрешность модели (3) существенно выше.

Чтобы построить более полную всепогодную модель связи уровней воды в водохранилище и скважине, необходимы дополнительные данные по измерению уровня в скважине в период снижения уровня и его минимальных значений.

Формула 3-sum для расчета уровня в скважине, построенная по данным за 2013 г. и 2015 г. обеспечивает приемлемую точность вычисления уровня. Погрешность (стандартное отклонение) восстановления уровня составляет ± 0.5 см. Это позволяет использовать восстановленный ряд уровня воды в скважине для различных расчетов.

Выводы

1. Получены уравнения регрессий уровней воды в водохранилище и скважине, расположенной на правом берегу плотины Чиркейской ГЭС в зоне обходной фильтрации, позволяющие с высокой точностью заполнить пробелы данных уровня воды в скважине по уровню водохранилища.

2. Установлено, что коэффициент пропорциональности между уровнем воды в скважине и водохранилищем равен 1 при задержке уровня в скважине на 3 сут. Это означает равенство

амплитуд колебания уровня в скважине и водохранилище. С физической точки зрения, такая маленькая задержка уровня воды в скважине возможна в условиях повышенной трещиноватости пород и подтверждает тот факт, что 90% обходной фильтрации плотины Чиркейской ГЭС происходит по правому берегу.

Финансирование:

1. Работа выполнена по проекту №0144-2019-0011 госзадания Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта.
2. А также по проекту президиума РАН «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности», № 1.56

Литература

1. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Программный пакет ABD – универсальный инструмент для анализа данных долговременных наблюдений //ИТР, 2016в. том 95. № 4. С. 35–48. DOI: 10.21455/std2016.4–6.
2. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Технологии анализа геофизических временных рядов. Часть 2. WinABD – пакет программ для сопровождения и анализа данных геофизического мониторинга //Сейсмические приборы. М.: ОИФЗ РАН, 2016а. Т. 52. №3. С. 50–80.
3. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Проблемы анализа временных рядов с пропусками и методы их решения в программе WinABD //Геофизические процессы и биосфера. 2016б. Т.15. № 3. С. 5–34.

УДК 550.34

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-56-61

ДВЕ МОДЕЛИ СЕЗОННЫХ ВАРИАЦИЙ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД В СКВАЖИНЕ В ЗОНЕ ОБХОДНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПЛОТИНЫ ЧИРКЕЙСКОЙ ГЭС

Идармачев¹ И.Ш., Децереvский² А.В., Марченко³ М.Н., Идармачев¹ Ш.Г.

¹*Институт геологии ДФИЦ РАН,*

²*Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН,*

³*Московский государственный университет им. Ломоносова*

В настоящей работе для описания сезонных эффектов в ряде кажущегося электрического сопротивления горных пород в скважине, полученных в районе плотины Чиркеvской ГЭС, были опробованы две модели. Первая модель среднесезонной функции исходит из предположения, что сезонная вариация тождественно одинакова в разные годы. Эта модель не имеет настраиваемых параметров, кроме формы она не может оценивать функцию с той степенью детализации, которая адекватна имеющимся данным. Адаптивная модель предполагает, что форма сезонной вариации одинакова в разные годы, но ее амплитуда может меняться под влиянием разных факторов. В соответствии с этой моделью, обеспечивается более точная аппроксимация сезонных эффектов, но это достигается за счет увеличения числа параметров модели.

Ключевые слова: среднесезонная функция, адаптивная модель, сезонная вариация, метод наложения эпох

TWO MODELS OF SEASONAL VARIATIONS OF THE APPARENT RESISTANCE OF ROCKS IN THE WELL IN THE ZONE OF BYPASS FILTRATION OF THE CHIRKEYSKAYA HPP DAM

Idarmachev¹ I.Sh., Descherevsky² A.V., Marchenko³ M.N., Idarmachev¹ Sh.G.

¹*Institute of Geology Dagestan Federal research center RAS,*

²*Institute of physics of the Earth. O.Y. Schmidt RAS,*

³*Moscow State University Lomonosov*

In this paper, two models were tested to describe seasonal effects in a number of apparent electrical resistances of rocks in the borehole obtained in the Chirkey dam area. The first model of the average seasonal function proceeds from the assumption that the seasonal variation is identically the same in different years. This model has no configurable parameters, except for the form it cannot evaluate the function with the degree of detail that is adequate to the available data. The adaptive model assumes that the form of seasonal variation is the same in different years, but its amplitude can vary under the influence of different factors. According to this model, a more accurate approximation of seasonal effects is provided, but this is achieved by increasing the number of model parameters.

Keywords: average seasonal function, adaptive model, seasonal variation, epoch overlay method.

Ранее в работе [1] рассматривалась модель вычисления среднесезонной функции (ССФ) для кажущегося сопротивления за период наблюдений 2006–2016 гг. с сильными трендами путем метода наложения эпох. Данная модель исходит из предположения, что сезонная вариация тождественно одинакова в разные годы и не имеет настраиваемых параметров, кроме формы ССФ, которая оценивается с той степенью детализации, которая адекватна имеющимся данным. На рис.1 представлены кривые ССФ кажущегося сопротивления, полученные по методике [2]. Видно, что построенная таким способом среднесезонная функция все же имеет два недостатка. Во-первых, она имеет достаточно плавную форму и поэтому не очень хорошо описывает резкие экстремумы ССФ. Однако такое (и даже более сильное) сглаживание ССФ в данном случае является необходимым в соответствии с критериями, предложенными в [2]. Согласно этим критериям, сглаживание должно исключать все особенности ССФ, которые не являются значимыми. Если реальные сезонные вариации сильно меняются от года к году, то это

значит, что фиксированная среднесезонная функция не очень хорошо их описывает или же что содержит большую погрешность.

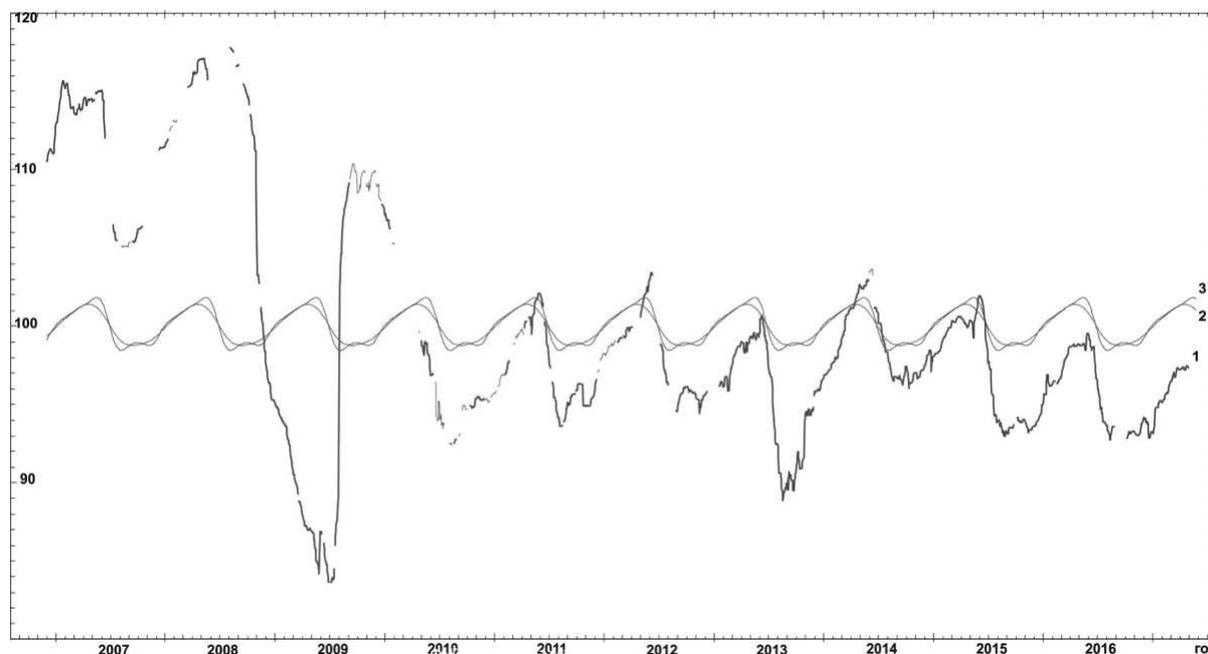


Рис. 1. Две итерации расчета ССФ. 1 - исходный ряд R_k с удаленными выбросами; 2 – путем формального наложения эпох; 3 – заполнением пропущенных интервалов

Рассматриваемая в данной работе адаптивная модель среднесезонной функции (АССФ) предполагает, что форма сезонной вариации одинакова в разные годы, но ее амплитуда может меняться под влиянием разных факторов. В соответствии с этой моделью, обеспечивается более точная аппроксимация сезонных эффектов, но это достигается за счет увеличения числа параметров модели.

Разница двух, рассматриваемых моделей состоит в том, что в случае модели ССФ трендовая компонента сигнала транслируется в ряд остатка, а при использовании модели АССФ она переходит в сезонную компоненту.

Обе эти модели оценивают сезонные эффекты путем анализа только лишь ряда кажущегося сопротивления (R_k). Такой подход имеет очевидное достоинство в том, что можно оценивать и удалять сезонные эффекты, даже не зная их истинную природу. Однако если механизм сезонных эффектов известен, включая регрессионные связи "причина"- "следствие", то можно надеяться, что модель, которая явным образом учитывает такие связи, окажется более точной. Разумеется, для этого надо знать причинные факторы, вызывающие изменения кажущегося сопротивления.

Две модели сезонной вариации: модель с фиксированной ССФ и модель АССФ с аппроксимацией (адаптацией) амплитуды

Для повышения адаптивных свойств сезонной модели мы ранее рассматривали модель сезонного колебания с подгоняемой амплитудой [3]. Рассчитанная согласно этой модели адаптивная сезонная вариация, или АССФ, показана на рис. 2 (кривая 2). Видно, что в течение всего срока, за исключением "аномального" периода в 2006–2008 г., обеспечивается очень хорошая аппроксимация сезонного колебания. Что же касается аномального периода, то алгоритм адаптации амплитуды оказывается совершенно неудовлетворительным, т.к. коэффициенты корре-

ляции и регрессии принимают отрицательные значения (рис. 3), что говорит о полном несоответствии модели и наблюдений.

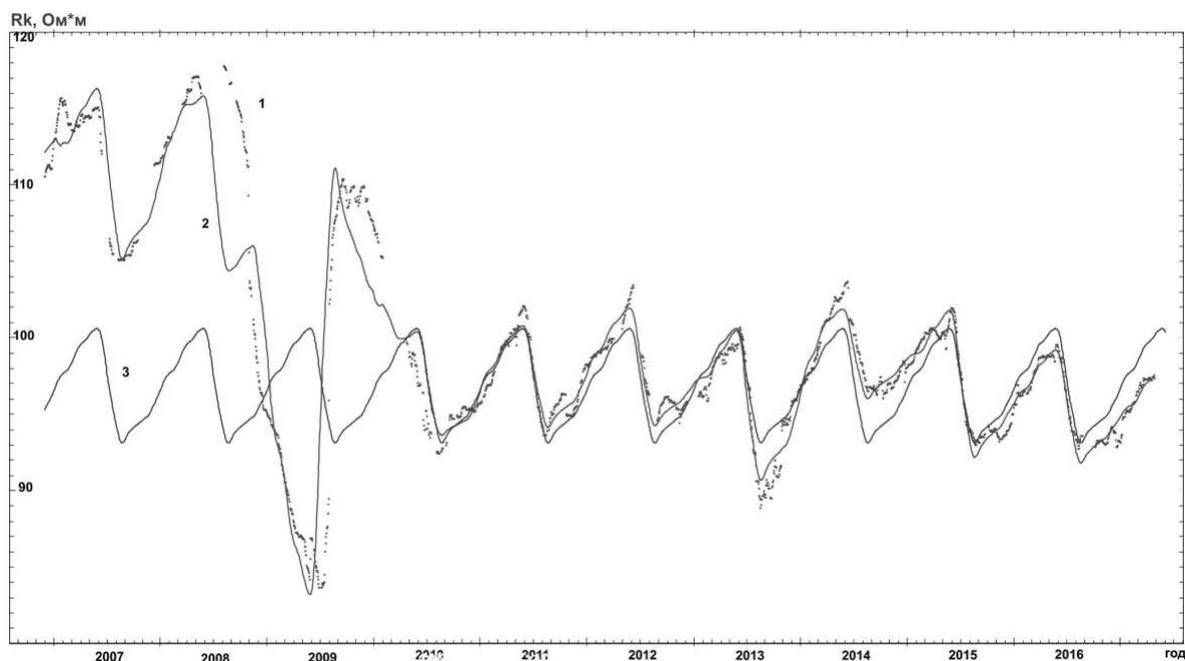


Рис. 2. Сравнение графиков: 1 – исходный ряд Rk; 2 - модель с адаптируемой амплитудой АССФ; 3 – модель с фиксированной амплитудой ССФ

Поскольку модель АССФ явно непригодна на интервале с августа 2008 по февраль 2010 (включительно), для уменьшения погрешностей целесообразно вообще исключить этот фрагмент ряда при расчете АССФ, то есть оценить ее только по участкам ряда со стандартным (не-аномальным) сезонным ходом. Полученная АССФ показана на рис. 4. Как видно из рисунка, рассчитанная таким способом АССФ достаточно хорошо аппроксимирует сезонные вариации.

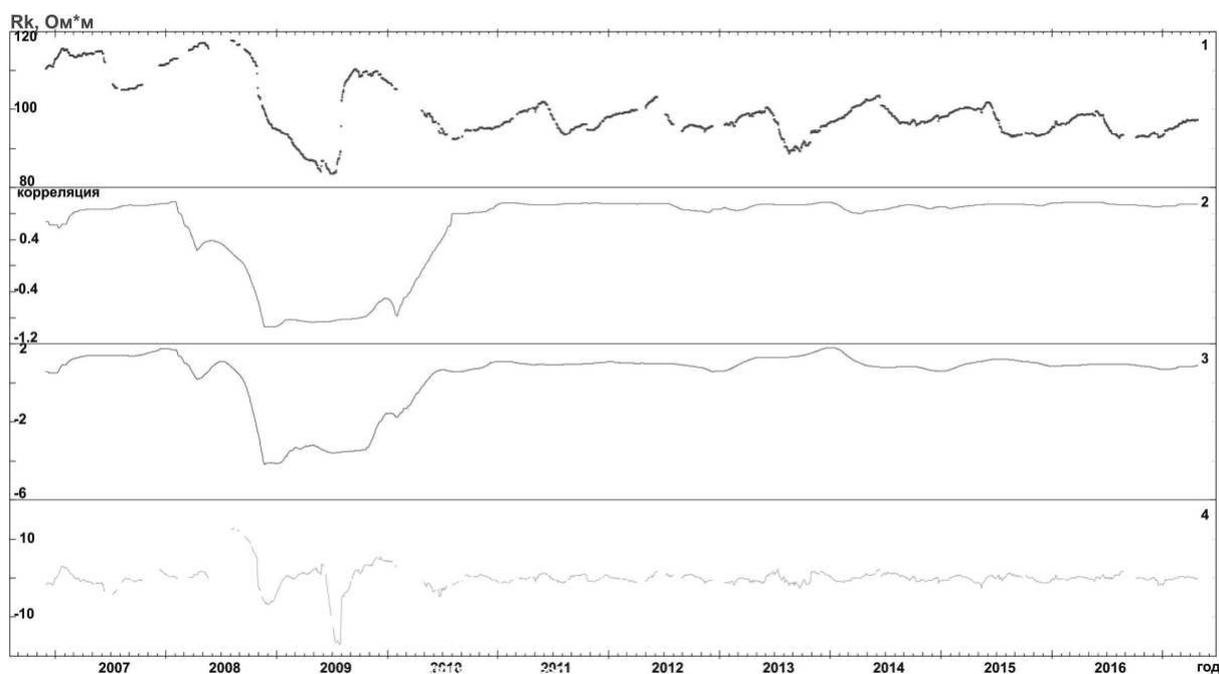


Рис. 3. Графики: 1 - исходный ряд Rk; 2 и 3 - коэффициенты корреляции и регрессии модели адаптивной сезонной вариации; 4 - отфильтрованный (несезонный) остаток Rk

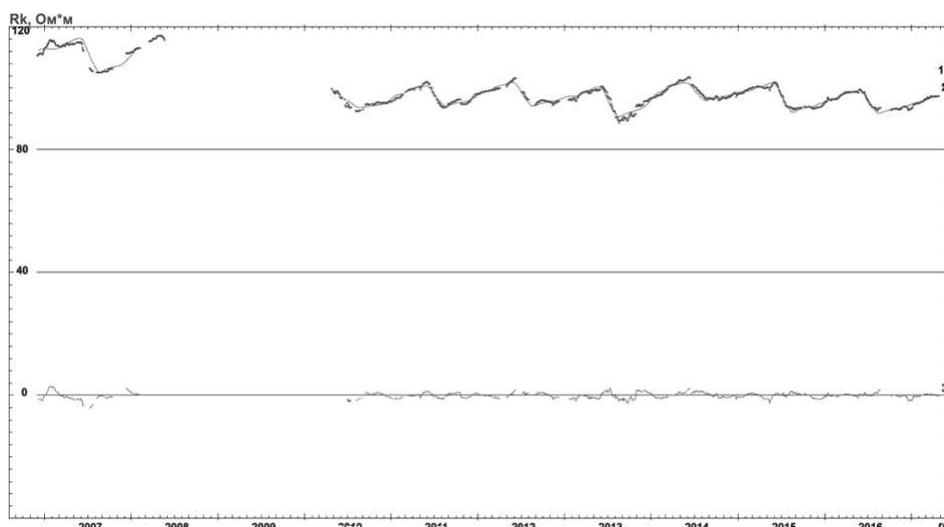


Рис. 4. Графики: 1 - исходный ряд R_k с исключенным аномальным участком (точки, кривая); 2 – модель АССФ; 3 - остаточная компонента R_k с отфильтрованным сезонным ходом

Рассмотрим теперь "аномальный" интервал с августа 2008 г. по февраль 2010 г. Для расчета остаточной (отфильтрованной) компоненты вариаций R_k в этот период времени необходимо как-то экстраполировать сезонную компоненту АССФ на этот интервал. Поскольку сама модель АССФ в этот период явно неудовлетворительна (см. кривые 2 и 3 на рис. 3), а априорная информация о поведении сезонной компоненты сигнала в этот период отсутствует, то для экстраполяции следует использовать наиболее простую модель, в которой нет подгоняемых параметров или же их количество минимально. В качестве такой модели естественно можно взять среднесезонную функцию с фиксированной амплитудой. При этом необходимо обеспечить безразрывное примыкание кривых ССФ и АССФ на границах участка. Поскольку модель АССФ включает в себя трендовую компоненту вариаций, то наиболее естественный способ состоит в том, чтобы добавить с этой целью линейный тренд к ССФ.

Кривая АССФ, интерполированная указанным способом на "аномальный" интервал, показана на рис. 5. Вне "аномального" участка сезонная функция определялась как АССФ (то есть ССФ с варьируемой амплитудой), а внутри "аномального" интервала – как ССФ с наложенным трендом. Параметры тренда были выбраны таким образом, чтобы устранить с разрывы в точках сочленения кривых.

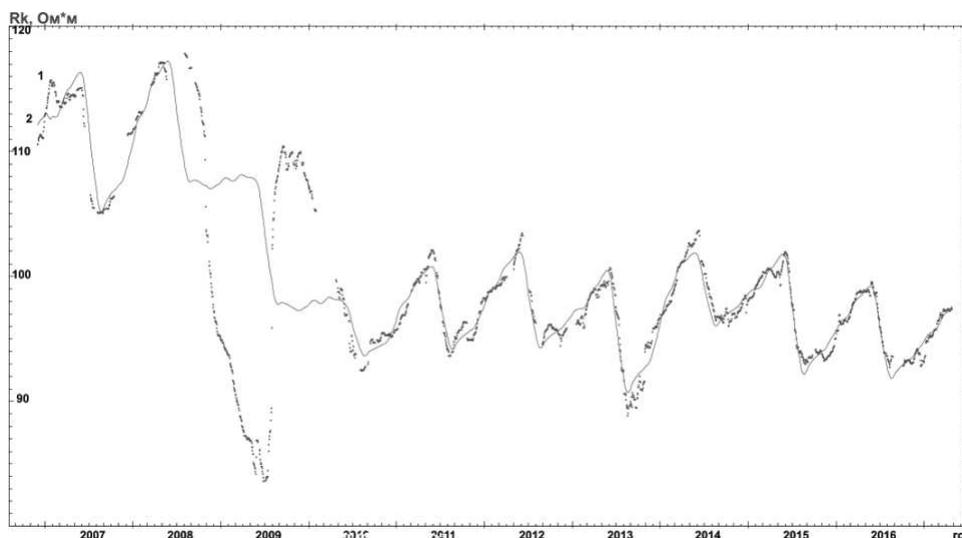


Рис. 5. Исходный ряд R_k (кривая 1 с точками) и модель АССФ, интерполированная на "аномальный" интервал (кривая 2)

Выделение остаточной (несезонной) компоненты ССФ

Для вычисления остаточной (несезонной) компоненты вариаций необходимо вычесть из исходного ряда сезонную компоненту, то есть ССФ либо АССФ. Полученные несезонные (то есть с отфильтрованным сезонным ходом) компоненты сигнала R_k показаны на рис. 6. Как видно из рис. 6, оба способа фильтрации сезонной вариации приводят к достаточно близким результатам. Интервал с августа 2008 по февраль 2010 в любом случае отличается резко аномальным поведением R_k , с высокой амплитудой вариаций кажущегося сопротивления и очень резкими изменениями. Разница между моделями $R_{k_ost_ССФ}$ (кривая 1) и $R_{k_ost_АССФ}$ (кривая 2) состоит в том, что в первом случае (модель ССФ) тренд, имевшийся в исходном ряде, переходит в ряд остатка, а во втором случае (модель АССФ) тренд переходит в сезонную компоненту. Однако это приводит лишь к небольшому различию рассматриваемых кривых на интервале с 2008 по 2017 г. Существенные различия имеются лишь на начальном участке в 2006–2008 г. Подчеркнем, что характер (форма, амплитуда и прочие особенности) аномалии 2008–2010 г. при использовании двух этих моделей удаления сезонного хода практически одинаковы.

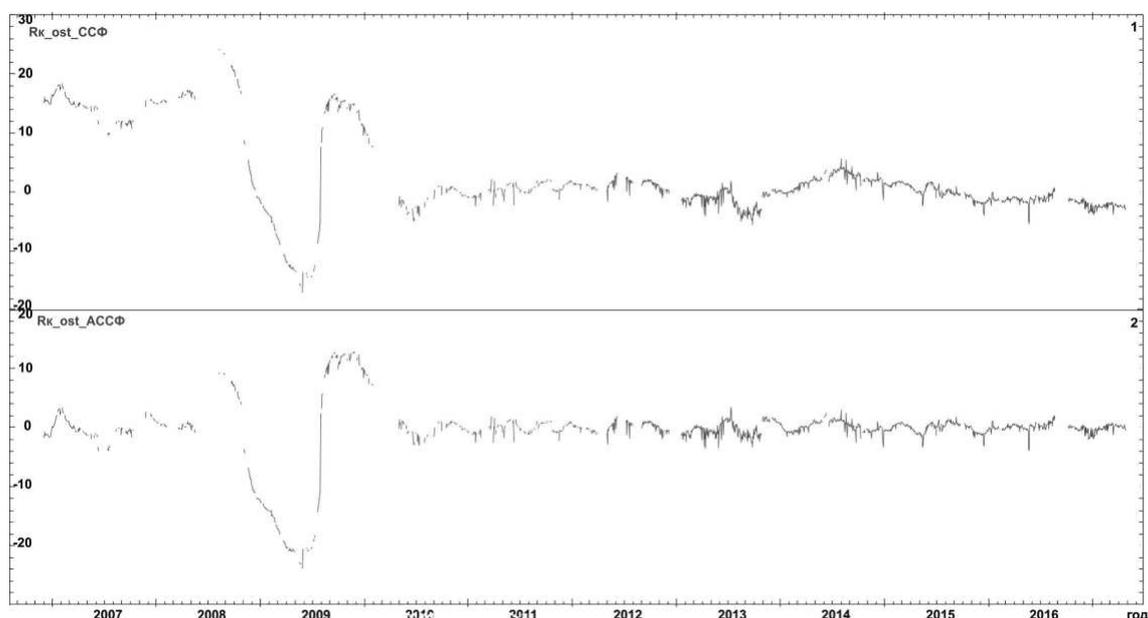


Рис. 6. Две модели фильтрации сезонного хода: 1 – остаток R_k по методу ССФ; 2 – по методу АССФ

Выводы

1. Предложен итеративный алгоритм оценивания сезонной вариации, который может быть использован для сигналов с сильными трендами и массовыми пропусками наблюдений, то есть в тех ситуациях, когда алгоритм среднесезонной функции работает неудовлетворительно.

2. Установлен аномальный характер сезонного хода кажущегося сопротивления в период с августа 2008 г. по февраль 2010 г. включительно.

3. Для описания сезонной компоненты вариаций кажущегося сопротивления предложено две модели сезонной вариации: модель ССФ, предполагающая строгое постоянство сезонного хода в разные год, и модель АССФ, допускающая изменение амплитуды сезонных эффектов от года к году.

4. Для более точной оценки сезонного хода кажущегося сопротивления необходима специальная подготовка данных, учитывающая особенности ряда. Она включала следующие операции:

1) Сглаживание ряда скользящей медианой в окне 7 сут с заполнением пропусков в ряде тренда для удалений единичных выбросов и высокочастотного шума

2) Интерполяция отдельных пропущенных наблюдений в локальной окрестности от фактически выполненных наблюдений (± 1 сут)

3) Исключение данных за период с августа 2008 по февраль 2010, в течение которого сезонный ход имел резко аномальный характер (коэффициент стабильности сезонной вариации принимал отрицательные значения)

4) Оценка ССФ и АССФ по полученному сигналу

5) Интерполяция АССФ на период с августа 2008 по февраль 2010 гг.

6) Расчет отфильтрованной от сезонных вариаций компоненты ряда R_k

5. Построено два варианта отфильтрованного от сезонных вариаций ряда R_k . Эти ряды могут быть использованы при дальнейших расчетах.

Финансирование:

1. Работы выполнены по проекту №0144–2019–0011 госзадания Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН.

2. А также по проекту президиума РАН «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности», №1.56

Литература

1. Дещеревский А.В., Идармачев Ш.Г., Марченко М.Н. Оценка сезонных вариаций кажущегося сопротивления горных пород в скважине на плотине Чиркейской ГЭС со сдвигами по уровню и перерывами в рядах наблюдений //Геология и ресурсы Кавказа. Тр. Ин-та геологии Дагестанского НЦ РАН. 2019. №3 (78). С. 52–62. ISSN: 2541–9684.

2. Дещеревский А.В., Сидорин А.Я. Некоторые вопросы методики оценки среднесезонных функций для геофизических данных. М.: ОИФЗ РАН, 1999а. 40 с. ISBN: 5–201–926–3.

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

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-62-70

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОПОЛЕЙ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Алиев И.А., Магомедов А.Г.

Институт геологии Дагестанского ФИЦ РАН

В результате исследования впервые было обнаружено изменение направления смещения разрядки тектонических напряжений, сейсмической активности, в зависимости от значения коэффициента корреляции между рядами геофизических и геохимических данных сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН. При разрядке накапливающихся тектонических напряжений по северо-восточному пути по разломам Кавказа, коэффициент корреляции между рядами наблюдаемых данных повышается. И, наоборот, понижается при разрядке, идущей в северо-западном направлении по Анатолийским разломам Турции.

В периоды максимальных значений магнитуд сейсмических событий и периоды увеличения коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных наблюдаются значительные, синхронные с ними вариации наблюдаемых параметров. Это позволяет считать обнаруженную связь изменений коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных и изменений направления смещения разрядки тектонических напряжений важнейшим результатом проведенного исследования.

Ключевые слова: Кажущееся сопротивление, тектонические напряжения, деформационные процессы, концентрации растворенных газов, гравитационные явления, геомагнитная активность, сейсмическая активность, коэффициент корреляции.

SPATIAL-TEMPORARY REGULARITIES OF THE DISTRIBUTION OF GEOPLES OF THE EASTERN CAUCASUS UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL AND TECHNOGENIC FACTORS

Aliev I.A., Magomedov A.G.

Institute of Geology, Dagestan FRC RAS

As a result of the study, a change in the direction of displacement of tectonic stress discharges, seismic activity, for the first time, was found, depending on the value of the correlation coefficient between the series of geophysical and geochemical data of the network of observation stations of the IG DFRC RAS. When the accumulating tectonic stresses are discharged along the northeast path along the faults of the Caucasus, the correlation coefficient between the series of observed data increases. And, on the contrary, it decreases during the detente going in the northwest direction along the Anatolian faults of Turkey.

During periods of maximum magnitudes of seismic events and periods of increase in the correlation coefficient between the series of analyzed data, significant, synchronous variations in the observed parameters are observed. This allows us to consider the detected relationship between changes in the correlation coefficient between the rows of the analyzed data and changes in the direction of displacement of the tectonic stress discharge as the most important result of the study.

Keywords: Apparent resistance, tectonic stresses, deformation processes, dissolved gas concentrations, gravitational phenomena, geomagnetic activity, seismic activity, correlation coefficient.

Введение

Цель работы – выявление закономерностей смещения направлений разрядки тектонических напряжений, и вызываемых ими изменений сейсмической активности Восточного Кавказа, вследствие давления оказываемом движением Аравийской плиты на север и Африканской на север-северовосток (природные факторы) и вариации сейсмической активности районе Сулакского каскада ГЭС вследствие инженерной деятельности (техногенные факторы).

Начиная с 60 годов XX столетия в ряде стран, с целью поиска параметра связанного с увеличением сейсмической активности в сейсмоактивных районах регионов, были начаты комплексные наблюдения за вариациями геофизических и геохимических полей земной коры. Многочисленные наблюдения в сейсмоактивных регионах показали, что увеличения сейсмиче-

ской активности сопровождалась возмущением различных геофизических полей: наклонов и деформации земной поверхности, уровня подземных вод, химического состава, проводимости, электромагнитных и магнитных полей и т.д.

В настоящее время число зафиксированных так называемых «предвестников», параметров связанных с увеличением сейсмической активности перевалило за 1000. В то же время все эти возмущения с трудом выделяются на фоне шумов, хаотично расположены на поверхности Земли, имеют разную морфологию и динамику развития в различных регионах и перед конкретными сейсмическими событиями. Причем основным критерием связи этих возмущений с актом резкого увеличения сейсмической активности было примерное совпадение во времени, а место наблюдения должно было находиться на «разумном» расстоянии от эпицентров сейсмических событий. Именно такие возмущения геофизических полей были отождествлены с предвестниками. Общая статистика таких «предвестников» известна. За последние 40 лет различными авторами их выделено больше тысячи. Однако статистика отсутствия, каких – либо возмущений различных геофизических полей перед многими сейсмическими событиями значительных магнитуд не приводится вообще.

События последних лет показали, что землетрясение такого масштаба, как Суматра-Андаманское с $M=8,8-9,3$ не было спрогнозировано, хотя оно вызвало деформацию всей Земли. Более того, землетрясения 2004г. в Калифорнии $M=6,0$ и 2008г. в провинции Си-Чуань Китая, где имеется разветвленная сеть геофизических наблюдений за предвестниками, также не были спрогнозированы. Землетрясение 2004г. в Калифорнии $M=6,0$ произошло в центре сейсмопрогностического полигона, где производятся непрерывные наблюдения за деформацией, электрическими и магнитными параметрами земной коры. Перед резким увеличением сейсмической активности не было выявлено никаких аномалий.

Все эти факты свидетельствуют о том, что проблема прогноза резких изменений сейсмической активности находится еще на научно-исследовательской стадии. Основная задача по прогнозу: изучение пространственно – временных параметров окружающей среды в сейсмоактивных регионах и выделение зон с возмущенными параметрами на основе достоверных данных наблюдательной сети.

И здесь остается не разрешенный вопрос, какие процессы вызывают вариации геофизических, геохимических полей земной коры и сейсмической активности. А также, почему из такого огромного числа зафиксированных «предвестников» увеличения сейсмической активности (более 1000) часто не срабатывает ни один. И возможно все эти обнаруженные «предвестники» все-таки совпадения. Ответ на этот вопрос даст анализ эндогенных и экзогенных воздействий на вариации: геофизических, геохимических полей земной коры и сейсмической активности. И область, выбранная для анализа вариаций сейсмической активности, направления её смещения и выбранные магнитуды сейсмических событий, должны быть оптимальными для исследования.

1. Сейсмичность территории анализируемой области и вариации кажущегося сопротивления горных пород

Для анализа сейсмической активности и последовательных движений эпицентров была выбрана область с координатами: по широте от 34° до 46° СШ, и по долготе от 40° до 56° ВД. И сейсмические события с $M \geq 4$ и глубиной очага от 4 до 50 км, которые в большинстве случаев отражаются в вариациях кажущегося сопротивления горных пород (КС) и концентраций растворенных газов в изливающихся скважинах на сети станций наблюдений ИГ ДНЦ РАН. В область входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана, Казахстана и Туркменистана.

Сейсмическая активность Черноморско-Кавказско-Каспийского региона это результат перераспределения тектонических напряжений в земной коре общепланетарного и тектонических факторов местного масштабов. Одна из причин этой сейсмичности - тектонические на-

пряжения, вызываемые движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток. Достаточно детальную информацию о современных движениях удается в последние годы получать с использованием глобальной системы позиционирования (GPS). В частности, в обширном регионе, от севера Африки и Аравийского полуострова до Большого Кавказа, в течение периода с 1988 по 1997 г. были проведены исследования с использованием 189 GPS станций. Эти исследования [McClusky, 2000] позволили уточнить скорости движения отдельных плит. Так GPS станции, расположенные на Аравийской плите показали, что она движется со скоростью 18 ± 2 мм/год в направлении север - северо-запад (азимут $25^\circ \pm 5^\circ$) относительно Евразийской плиты. Станции в Египте показали движение Африканской плиты на север со скоростью 6 ± 2 мм/год. Восточная Турция характеризуется распределенными деформациями, в то время как Центральная Турция движется практически как единое целое на запад с вращением против часовой стрелки. Скорость движения Аравийской плиты величина не постоянная, у авторов [McClusky, 2000] за десятилетний период наблюдений 18 ± 2 , и [Vernant, 2004] за разные периоды исследований 22 ± 2 и 30 ± 2 мм/год.

GPS исследования, проведенные в Азербайджане [Kadirov, 2008, Кадиров, 2013] показали скорости движения блоков в направлении север - северо-восток относительно Евразии до 20 мм/год, но они не постоянны. Данные по современным движениям блоков в Дагестане [Булаева, 2010], показывают четкую северо-восточную тенденцию смещения их до 20 мм/год. Следовательно, основной вклад в смещение блоков в рассматриваемом районе вносят тектонические напряжения, возникающие вследствие движения, давления рассматриваемых выше плит. Для разрядки этих накапливающихся тектонических напряжений наблюдаются два пути: северо-западный по Анатолийским разломам и северо-восточный по разломам Кавказа. И только анализ последовательных движений эпицентров сейсмических событий дает ответ, по какому из направлений идет процесс. На рис. 1. представлено количество наиболее значительных сейсмических событий с $M \geq 4$, происшедших в выбранной области за период 2006 - 2016 гг.

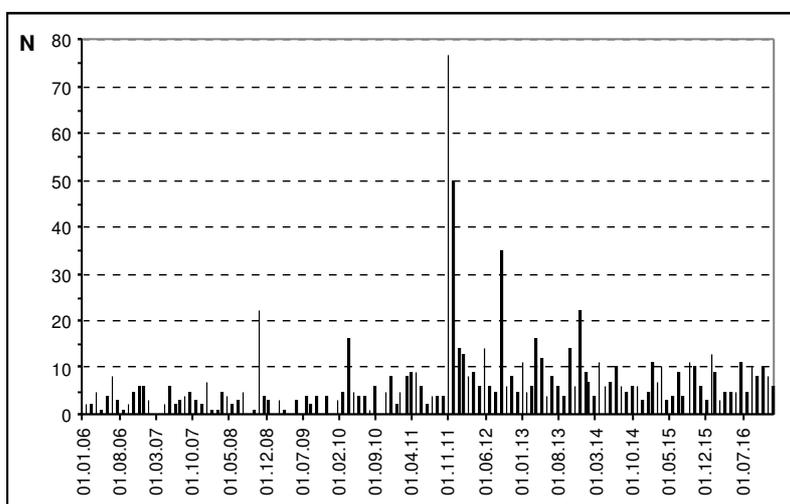


Рис. 1. Количество наиболее значительных сейсмических событий с $M \geq 4$, происшедших в выбранной области за период 2006 - 2016 гг.

Как видно из рисунка “фоновое” количество значительных сейсмических событий менее 10 в месяц. Отмечаются несколько периодов всплесков сейсмичности в 2008, 2010, 2011 и 2012 гг. Всплеск сейсмической активности в октябре 2008 года это процесс разрядки накопившихся тектонических напряжений, идущий в северо-восточном направлении. Эпицентры сейсмических событий последовательно смещаются на север и северо-восток: от Ирана - Турецкой границы к Кавказу. Анализ последовательных передвижений эпицентров сейсмических событий

показал, что все эти события можно условно разбить на группы (между которыми наблюдаются периоды затишья). В каждой группе эпицентры в основном движутся на север и северо-восток, а после перехода Большого Кавказа смещаются на восток и процесс завершается серией сейсмических событий с эпицентрами правее Срединного разлома в Каспийском море или Туркменистане, с последующим затуханием движения в этой группе. Изредка несколько эпицентров двигаясь на северо-запад, попадают на территорию Крыма вдоль линии разлома главного Кавказского хребта, вне рассматриваемой области. После периода затишья продолжается движение других групп. Наблюдается своеобразное волнообразное движение эпицентров.

Тот факт, что процесс движения эпицентров в каждой группе заканчивается правее Срединного разлома говорит о том, что после разрядки и перераспределения возникших тектонических напряжений смещение блоков в рассматриваемом районе должно быть в направлении северо-восток, которое мы, и наблюдаем по данным GPS исследований [McClusky, 2000, Vernant, 2004, Булаева, 2010].

Следующая серия всплесков сейсмической активности 2010, 2011, 2012 и 2013 гг. произошла на территории востока Турции, северо-запада Ирана и границы Грузии и Азербайджана, в эти периоды коэффициенты корреляции рядов данных на сети станций (более подробно в [Алиев И.А., и др., (8)]) невысокая ($k < 0.2$). Особо следует отметить всплеск сейсмической активности октября 2011 г. Из более 130 значимых с $M \geq 4$ сейсмических событий ни одно не вышло из области между северным и восточным Анатолийскими разломами. Все это является доказательством верности выявленной нами закономерности о двух путях разрядки накапливающихся тектонических напряжений: северо-западном по Анатолийским разломам и северо-восточном по разломам Кавказа.

Возможные причины вариаций геофизических и геохимических параметров можно разделить на 2 основных вида: это эндогенные и экзогенные причины. Также отмечали, что в вариации наблюдаемых геофизических и геохимических параметров значительный вклад вносят деформации от сейсмических событий [Алиев И.А., и др., (2)]. Поэтому в качестве основных эндогенных причин будем рассматривать тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин: основной вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности [Заболотная Н.А, 2007] и гравитационных явлений, связанных с движениями Земли в Солнечной системе и Галактике. Эти движения и их вариации отражаются в геологических процессах, происходящих в Земле, и коррелируют с её геофизическими полями. Существует связь между геодинамическими процессами и гравитационными явлениями [A.V.Vikulin, et al., 2014].

Из экзогенных причин вариаций наблюдаемых параметров рассмотрим гравитационные явления, связанные с движениями Земли в Солнечной системе и Галактике. Ранее [Алиев И.А., и др., 2015] мы анализировали вариации кажущегося сопротивления горных пород (КС) за 2006 – 2012 гг., и пришли к выводу, что только эндогенные явления не могут быть основной причиной вариаций КС. Движение рассматриваемых Аравийской и Африканской плит не равномерно. В зависимости от длины наблюдаемого ряда значений, различных периодов наблюдений у авторов [McClusky, 2000, Vernant, 2004] меняется и среднее вычисленное значение скорости движения плит. Можно с уверенностью говорить лишь о волнообразном изменении скорости движения плит, а вот какие процессы и что вызывает такие изменения, вопрос остается открытым. Могут ли только эндогенные процессы быть их причиной - считаем, нет. Им свойственны: длительный период - непрерывность или очень короткий период - импульсивность. Результатом эндогенных процессов могут быть: 1- то самое непрерывное волнообразное изменение движения рассматриваемых плит или другими словами волнообразное изменение геодинамического поля, 2- импульсные изменения. К примеру, вулканическая деятельность на Земле, для которого свойственно длительное накопление напряжений, разрыв в земной коре и прорыв магмы на земную поверхность, и затем длительный период затишья.

В наблюдаемом нами случае картина иная, мы наблюдаем короткое, не более 5 лет, воздействие с затухающей амплитудой. Следовательно, наиболее вероятно, что мы имеем дело с экзогенными процессами. Это какое-то периодическое, волнообразное внешнее воздействие на Землю, как планету в целом, которое в результате вызвало изменение, дополнительное движение или торможение Аравийской и Африканской плит. Все это позволяет нам сделать заключение, что наблюдаемое нами волнообразное изменение КС горных пород, полученное на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН, есть распространение затухающей геодеформационной волны, от дополнительного экзогенного воздействия на Землю, как планету в целом. Вариации КС за 2006 – 2012 гг. представлены в [Алиев И.А., и др., (1,2)], а за 2012 – 2016 гг. в [Алиев И.А., и др., (5,6,7)].

На основе вышеизложенного делаем следующие выводы:

1. Одна из причин сейсмической активности Черноморско-Кавказско-Каспийского региона - тектонические напряжения, вызываемые движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток.

2. В вариациях сейсмической активности анализируемой области отмечаются и эндогенные и экзогенные причины.

3. Обнаруженную связь изменений коэффициента корреляции между рядами анализируемых данных и изменений направления смещения разрядки тектонических напряжений считаем важнейшим результатом проведенного исследования.

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

2. Современное состояние проблемы техногенной сейсмичности

Впервые на проблему возбужденной сейсмичности было обращено внимание в США [Garder, 1970] после постройки плотины Гувер высотой 221 м на р. Колорадо. Начало сейсмической активности было зарегистрировано в 1936 г., через год после начала заполнения.

В конце 60-х и начале 70-х отмечены случаи резкого увеличения сейсмической активности после заполнения на водохранилищах Крумаста [Galapoulos, 1967] в Греции и Шиваджисагар на р. Койна [Гупта и др., 1975] в Индии. Зафиксировано увеличение количества сейсмических событий малых значений магнитуд около этих водохранилищ сразу после их заполнения. Как считают некоторые исследователи [Николаев, 1977, Гупта и др. 1975], связь увеличения сейсмической активности с водохранилищем несомненна. За малыми значениями магнитуд следовали уже значительные магнитуды: $M=6,2$ – для Крумасты и $M=6,3$ - для Койны.

Значительное увеличение сейсмичности наблюдалось после заполнения самого крупного искусственного водохранилища в мире, озера Кариба на р. Замбезии в Африке [Nagiwara, 1972]. Максимальные магнитуды здесь достигали до $M = 6$.

После заполнения водохранилища Синфыньцзян в Китае за 10 лет было зарегистрировано около 200 тыс. сейсмических событий с малыми значениями магнитуд. Максимальная магнитуда здесь достигала $M=6,1$ [Chang et al., 1979].

Во всех указанных случаях была установлена корреляционная связь между изменением уровня воды в водохранилище и увеличением количества сейсмических событий.

Для возникновения плотинных землетрясений необходимо сочетание благоприятных условий: наличие соответствующих геолого-тектонических условий; уровень воды в водохранилище не менее 100 м и достаточно большой объем водохранилища.

К настоящему времени нет общего мнения о механизме возбужденной сейсмичности. Рассматриваются, в основном, две модели [Николаев, 1977, Гупта и др., 1975, Garder, 1970]:

1- гравитационное влияние веса водохранилища; 2- увеличение давления подземных вод. Эти механизмы довольно подробно рассматриваются в работе [Гупта и др., 1975]. Анализ показывает, что в большинстве случаев дается предпочтение второму механизму. Увеличение

давления подземных вод способствует снижению эффективных напряжений, что в свою очередь снижает предел прочности пород на сдвиг. Если в земной коре имеются касательные напряжения, близкие к пределу прочности пород, то уменьшение последнего может привести к процессу разрушения пород – к увеличению сейсмической активности.

Особую значимость изучения данного явления приобретает для Республики Дагестан в связи с сооружением каскада ГЭС на реке Сулак. Всего намечается строительство более 20 ГЭС с суммарной мощностью 4691 МВт [Гамзатов и др., 1999], из них шесть уже являются действующими: Чиркейская, Миатлинская, Чирюртовская, Ирганайская, Гунибская и Гергебильская. Самая крупная из них является Чиркейская ГЭС. Суммарная мощность четырех агрегатов достигает 10^9 Вт, высота плотины - 232 м, объем водохранилища - $2,9 \text{ км}^3$. Зеркало водохранилища находится в полосе перехода горной части Дагестана в предгорную, где в ретроспективный период располагались очаги сильных землетрясений. Район Чиркейского водохранилища располагается в западной части области сильного землетрясения, происшедшего 14 мая 1970 г. с магнитудой 6,6.

Впервые в мировой практике научных исследований на Чиркейском водохранилище были осуществлены крупные научные проекты, связанные с изучением влияния водохранилища на окружающую среду. Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод о том, что заполнение водохранилища оказывает влияние на физические свойства массива горных пород в районе водохранилища. Изменяются механические, электрические и магнитные свойства пород. Составной частью проекта являются наблюдения за электрическим сопротивлением массива горных пород с объемом более 250 км^3 . Эксперимент длился 13 лет с 1976 по 1988 гг. Результаты эксперимента показали, что после заполнения водохранилища величина кажущегося электрического сопротивления массива пород за вышеуказанный период уменьшилась в несколько раз. Перед проявлениями сейсмичности малых значений магнитуд, которые имели место в районе водохранилища, были выявлены их предвестники [Идармачев и др., 2012].

О сейсмичности района Чиркейского и Ирганайского водохранилищ за период 1990-2016 гг. нами детально было описано в [Алиев И.А., и др., (4)].

Анализ вариаций сейсмичности в Дагестане в 1960-2016 гг. показал, что с конца 60-х годов наблюдается общее увеличение сейсмичности рассматриваемого района (как указывали выше, со значительными и локальными максимумами в периоды ввода ГЭС в эксплуатацию. После периодов увеличения сейсмичности всегда следуют периоды сейсмического затишья. В период общепланетарного роста сейсмичности с $M > 4$ в 1990 - 1996 гг. по данным USGS [www.usgs.gov/neic/, 1973-2008], в рассматриваемом районе отмечается значительное снижение сейсмичности, и наоборот, в период всплеска сейсмичности Сулакского каскада 1999 г. в остальной части планеты существенное снижение сейсмической активности. Все это позволяет заключить, что вариации сейсмической активности в рассматриваемом районе имеют локальные причины, и наиболее вероятно, что это техногенные причины.

Все отмеченное выше позволяет сделать нам следующие выводы:

1. Всплеск сейсмической активности в районе Сулакского каскада ГЭС в 1999 году имеет техногенные причины.

2. Заполнение Ирганайского водохранилища привело к нарушению равновесного состояния района расположения Чиркейского, Миатлинского, Чирюртовского водохранилищ. Разрядка тектонических напряжений в течение периода 1999 - 2005 гг. привела к резкому снижению сейсмической активности в последующие 2006 - 2016 гг.

3. Геохимические наблюдения в сейсмоактивных районах на территории Дагестана

Из сети наблюдательных пунктов ИГ ДФИЦ РАН режимные геохимические наблюдения ведутся на пунктах «Чиркей», «Заузенбаш» и «Какашура» ведутся более десятка лет, а на пункте «Дузлак» с 2016 года.

Наблюдательный пункт «Чиркей»

Пункт наблюдений располагается в сейсмоактивной области Дагестанского клина на правом берегу водохранилища, на территории Чиркейской ГЭС, с координатами: 42,95 С.Ш., 46,82 В.Д. На пункте проводятся наблюдения: геохимические – за вариациями водорода в приземной атмосфере; геофизические – за вариациями КС горных пород. Горные породы, где расположен пункт, состоят из плотных известняков верхнего мела мощностью 200 м, ниже залегают юрские отложения мощностью 600 – 700 м. В настоящее время, до модернизации аппаратуры геохимические наблюдения на пункте приостановлены.

Наблюдательный пункт «Заузенбаш»

Пункт наблюдений расположен в 25 км к юго-западу от г. Махачкала и базируется на разведочной скважине №3, с координатами: 42,86 С.Ш., 47,27 В.Д. Спонтанные газы в основном углеводородные (90-92 % об.). Содержание азота 1-2 % об., а углекислого газа CO_2 – 5-6% об. Содержание гелия (0,5-0,9) 10^{-3} % об. Отбор проб газа производится 1 раз в сутки, в 8 часов по московскому времени.

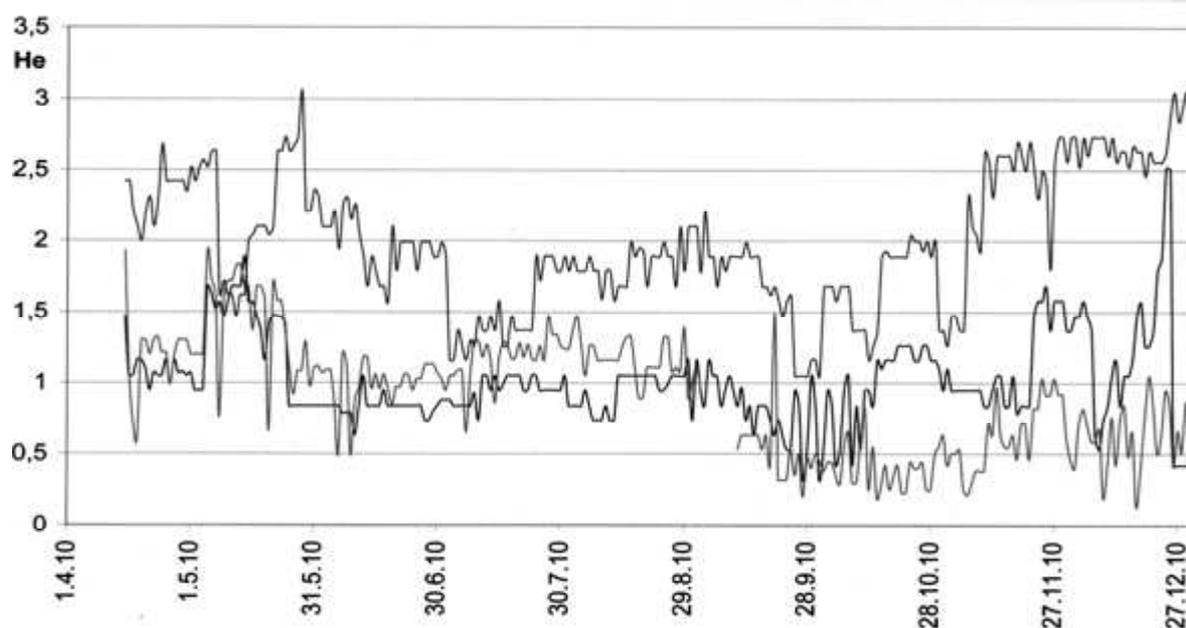


Рис. 2. Вариации (С x 0,001 об. %) **He** на сети пунктов ИГ ДНЦ РАН за 2010 г.

Наблюдательный пункт «Какашура»

Пункт наблюдений расположен в 30 км к югу от г. Махачкала и базируется на разведочной скважине, с координатами: 42,68 С.Ш., 47,54 В.Д. (около дороги Карабудахкент - Какашура). Газы в основном углеводородные: 94-95% об., углекислый газ CO_2 4 – 5 % об., присутствует азот. Содержание гелия колеблется в пределах (0,3- 0,9) 10^{-2} % об. Отбор проб газа производится 1 раз в сутки, в 8 часов по московскому времени.

Наблюдательный пункт «Дузлак»

Пункт наблюдений расположен в окрестностях населенного пункта Дузлак. Отбор проб газа гелия производится 1 раз в сутки, в 8 часов по московскому времени.

В настоящее время при обработке режимных наблюдений геохимических параметров используем только абсолютные значения. Длительные наблюдения за вариациями геохимических параметров на сети станций ИГ ДНЦ РАН [Алиев И.А. и др., (3)] привели нас к выводу, что только данные, полученные на сети наблюдательных пунктов, а не одиночные наблюдения приведут к успешным результатам. Геохимические данные нашей сети, вариации гелия за 2010 год, представлены на рис.2. В большинстве случаев, сейсмическим событиям сопутствует со-

ответствующее повышение или спад величины гелия. В период серии сейсмических событий с максимальными магнитудами 4,7 и 5,7 в августе 2010 г. наблюдаются минимальные значения вариаций гелия, и максимальные значения коэффициента корреляции между рядами полученных данных. Результаты проведенных режимных наблюдений показывают, воздействие сейсмических событий на вариации гелия газовой составляющей исследовательских скважин.

В период значимых сейсмических событий с $M \geq 4$ и глубиной очага от 4 до 45 км наблюдаются максимальные значения коэффициента корреляции между рядами данных концентрации гелия в изливающихся скважинах, на сети наблюдательных пунктов ИГ ДФИЦ РАН.

Вывод

Максимальные значения коэффициента корреляции между рядами данных концентрации гелия в изливающихся скважинах в период значимых сейсмических событий с $M \geq 4$ и глубиной очага от 4 до 45 км позволяют считать эффективными наблюдения за этим параметром на сети наблюдательных пунктов ИГ ДФИЦ РАН.

Литература

1. Алиев И.А., Черкашин В.И., Мусаев М.А., Некоторые закономерности распределения эпицентров сейсмических событий в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе //Материалы II Международной научно-практической конференции «Природные опасности: связь науки и практики» Саранск, 23-25 апреля 2015 г. С. 7-14.
2. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Мусаев М.А. Анализ вариаций сейсмичности Восточного Кавказа и её проявление в наблюдаемых параметрах на сети пунктов наблюдений Дагестана в 2014 г. //Тр. Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. 2016. Вып. 66. С. 129-135.
3. Алиев И.А., Черкашин В.И., Магомедов А.Г., Мусаев М.А. Анализ вариаций геофизических и геохимических параметров на сети пунктов наблюдений в сейсмоактивной области Дагестана //Тр. Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. 2016. Вып. 66. С. 136-143.
4. Алиев И.А., Черкашин В.И., Мусаев М.А. Сейсмичность Сулакского каскада ГЭС и ее техногенные аспекты //Геофизика, 2. 2016, стр.77-82.
5. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Махачкала за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №1 (68), 2017, стр.84-94.
6. Алиев И.А., Мусаев М.А. Вариации геофизических параметров и сейсмической активности в районе измерительных пунктов «Избербаш-Чиркей» за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа», Труды Института геологии ДНЦ РАН, №3 (70), 2017, стр. 92 – 108.
7. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Турали за 2012 – 2016 гг. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №3 (74), 2018, стр. 55-65.
8. Алиев И.А., Мусаев М.А. Анализ корреляционной связи между рядами вариаций кажущегося сопротивления горных пород полученных на сети станций ИГ ДНЦ РАН. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН, №4 (75), 2018, стр. 52-60.
9. Булаева Н.М., Галаганов О.Н. Спутниковый мониторинг современных геодинамических движений на территории Дагестана //НТЖ Мониторинг, Наука и Технологии. 2010, № 1(2). С. 27-35
10. Гамзатов Г.М., Магомедов К.Г. Стратегия развития гидроэнергетики Дагестана.- Достижения и современные проблемы развития науки в Дагестане. Тез. докл. Межд. конф. - 275-летию РАН и 50-летию ДНЦ РАН, 21-25 мая 1999 г. Махачкала, 1999. С.104.
11. Гупта Х., Растоги Б. Плотины и землетрясения. М.: Мир. 1975. 251 с.
12. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справочное пособие. Изд. 2-е, перераб. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 88 с.
13. Идармачев Ш.Г. и др. «Вариации геофизических полей в районе Чиркейской ГЭС» Изд. АЛЕФ. 2012. 104 с.
14. Кадиров Ф.А. и др. Сейсмическое районирование южного склона Большого Кавказа по фрактальным особенностям землетрясений, напряженному состоянию и по данным GPS скоростей. Физика Земли, 2013, № 4, с. 111-119

15. Николаев Н.И. О состоянии изучения проблемы возбужденных землетрясений, связанных с инженерной деятельностью. Влияние инженерной деятельности на сейсмический режим. М.: Наука. 1977. С. 8-21.
16. Chang G., Qion J. Anomalies of the process of preparation and the medium-term precursors of the 1976. Tangshan earthquake (M=7.8). – International Simposium on earthquake prediction. UNESCO. Paris. 1979. Vol. 11. P. 1-7.
17. Garder D.S. Reservoir loading and local earthquake //Bull. Geol. Soc. America. 1970. Vol. 80. N 8. P. 51-61.
18. Galanopoulos A.G. The large conjugate fault system and the associated earthquake activity in Greece //Ann. Geol. Paus Helleniques . 1967. Vol. 18. P.119 - 134.
19. Hagiwara T., Ohtake M. Seismic activity associated with filling of the reservoir behind the Kurobe Dam, Japan, 1963 - 1970 //Tectonophysics. 1972. Vol.15. P. 241 - 254.
20. Kadirov Fakhraddin et al., 2008. Some new data on modern tectonic deformation and active faulting in Azerbaijan (according to global positioning system measurements). Proceedings Azerbaijan national academy of sciences. The sciences of earth. №1 p.82-88.
21. McClusky S. et al. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research, 2000, 105, B3, pp.5695-5719.
22. Vernant Ph. et al. Present – day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman. Geophysical Journal International, 2004, 157, pp.381-398
23. A.V. Vikulin, A.A. Dolgaya, S.A. Vikulina Geodynamics waves and gravity. Geodynamics & Tectonophysics 2014. 5(1), 291 – 303. doi: 10.5800/GT – 2014-5-1-0128.

УДК 550.349.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-71-74

О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ В ЗАКАТАЛЬСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА 5 ИЮНЯ 2018 г.

Асманов О.А., Адилев З.А.
Дагестанский филиал Федерального исследовательского центра
Единой геофизической службы РАН

Приводятся инструментальное и макросейсмическое описания Закаतालского землетрясения 5 июня 2018 г., зарегистрированного на приграничной с Дагестаном территории Азербайджана.

Ключевые слова: Закаतालское землетрясение, инструментальные данные, макросейсмический эпицентр.

ZAKATALSKY EARTHQUAKE JUNE 5, 2018 With $K_p=14$

Asmanov O.A., Adilov Z.A.
Dagestan branch of the Federal Research Center
of the Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

The instrumental and macroseismic descriptions of the Zakatala earthquake on June 5, 2018, recorded on the territory of Azerbaijan bordering on Dagestan, are given.

Keywords: Zakatalsky earthquake, instrumental data, macro-seismic epicenter.

На территории северо-западного Азербайджана 5 июня 2018 г. в 18^h40^m произошло ощутимое землетрясение с интенсивностью сотрясений в эпицентре $I_0 = 5-6$ баллов. Ближайшим к эпицентру населенным пунктом был г. Закаталы, по названию которого и наименовано это землетрясение. По инструментальным данным Дагестанского филиала ЕГС РАН получено следующее решение параметров землетрясения: $\varphi=41.50^\circ\text{N}$; $\lambda=46.67^\circ\text{E}$, $h=12$ км, $K_p=14$ ($M_L=5.5$) [1].

Данные о форшоках и афтершоках Закаतालского землетрясения приведены в таблице 1. Форшоки Закаतालского землетрясения энергетических классов $K_p=5.4-9.2$ фиксировались с 13 января 2018 г., то есть за 124 сутки до главного события. Величина энергетической ступени между главным событием и максимальным форшоком равна $\Delta K_\phi=4.8$.

Афтершоки Закаतालского землетрясения сравнительно многочисленны [1]. Афтершок максимального энергетического класса $K_p=8.86$, зарегистрированный в течение первых трех суток после основного события, составляет энергетическую ступень с Закаतालским землетрясением, превышающую пять порядков $\Delta K_a=5.14$. Высокое значение энергетической ступени свидетельствует о высоком уровне оставшихся напряжений и возможности повторения здесь землетрясений в будущем.

Таблица 1.

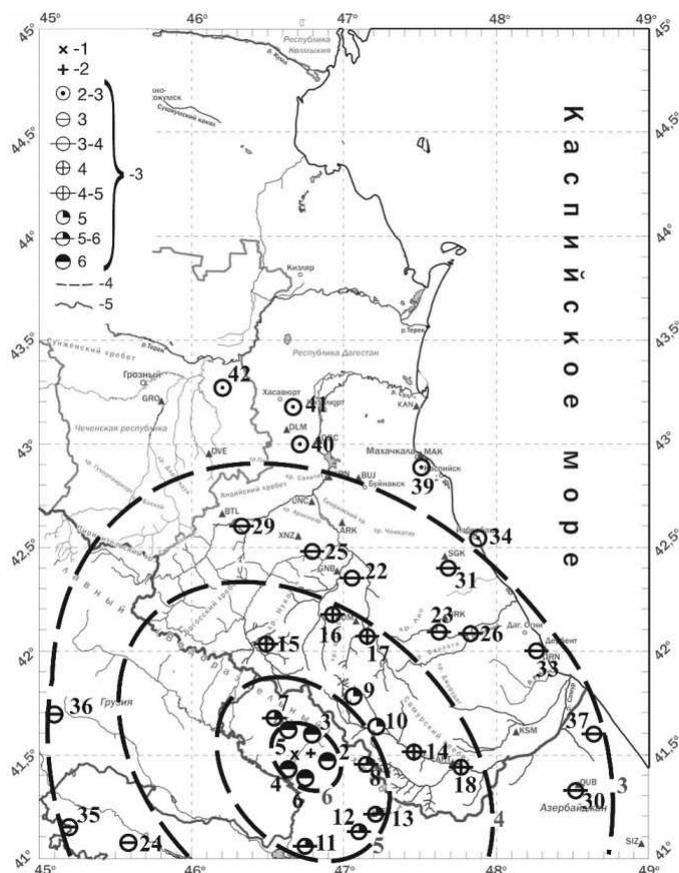
Основные параметры форшоков и афтершоков землетрясения 5 июня 2018 г.

| № | Дата, д.м. | t_0 , ч.м.с. | эпицентр | | h, км | K_p | № | Дата, д.м. | t_0 , ч.м.с. | эпицентр | | h, км | K_p |
|---------|---------------|-------------------|----------------|----------------|----------|-----------|----|---------------|-------------------|----------------|----------------|----------|-------|
| | | | φ , °N | λ , °E | | | | | | φ , °N | λ , °E | | |
| Форшоки | | | | | | Афтершоки | | | | | | | |
| 1 | 15.01 | 14.56.14 | 41.72 | 46.82 | 21 | 6.51 | 1 | 06.06 | 03.05.07 | 41.54 | 46.72 | 12 | 7.14 |
| 2 | 17.01 | 00.15.07 | 41.17 | 46.82 | 15 | 6.85 | 2 | 07.06 | 00.21.14 | 41.75 | 46.72 | 18 | 7.89 |
| 3 | 21.01 | 16.02.02 | 41.73 | 46.66 | 16 | 6.19 | 3 | 08.06 | 04.59.15 | 41.67 | 46.65 | 60 | 6.52 |
| 4 | 06.02 | 23.20.05 | 41.32 | 46.48 | 20 | 6.77 | 4 | 09.06 | 03.57.41 | 41.40 | 46.63 | 57 | 8.86 |
| 5 | 09.02 | 05.51.02 | 41.36 | 46.90 | 17 | 9.08 | 5 | 20.06 | 00.13.42 | 41.63 | 46.67 | 21 | 6.21 |
| 6 | 19.02 | 12.12.06 | 41.54 | 46.27 | 15 | 8.04 | 6 | 21.06 | 21.39.27 | 41.71 | 46.69 | 30 | 8.00 |
| 7 | 05.03 | 08.52.24 | 41.74 | 46.50 | 22 | 9.23 | 7 | 24.07 | 20.34.13 | 41.73 | 46.88 | 9 | 6.94 |
| 8 | 12.03 | 04.35.10 | 41.57 | 46.45 | 24 | 8.59 | 8 | 06.08 | 21.44.20 | 41.54 | 46.81 | 15 | 7.26 |
| 9 | 18.03 | 02.58.19 | 41.77 | 46.63 | 16 | 7.06 | 9 | 06.08 | 22.38.09 | 41.60 | 46.85 | 18 | 7.41 |
| 10 | 01.03 | 01.13.52 | 41.72 | 46.54 | 22 | 5.35 | 10 | 31.08 | 05.12.50 | 41.59 | 46.92 | 30 | 6.74 |
| 11 | 05.04 | 05.39.13 | 41.65 | 46.69 | 17 | 6.80 | 11 | 06.10 | 14.48.16 | 41.34 | 46.41 | 30 | 9.03 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|----------|-------|-------|----|------|----|-------|----------|-------|-------|----|------|
| 12 | 05.04 | 06.09.13 | 41.66 | 46.59 | 15 | 6.98 | 12 | 16.10 | 02.03.46 | 41.71 | 46.50 | 15 | 6.70 |
| 13 | 06.04 | 01.08.50 | 41.77 | 46.69 | 12 | 5.72 | 13 | 22.10 | 21.01.58 | 41.49 | 46.74 | 15 | 6.16 |
| 14 | 11.05 | 13.08.33 | 41.58 | 46.38 | 19 | 7.79 | 14 | 07.11 | 16.07.19 | 41.50 | 46.42 | 60 | 6.67 |
| 15 | 11.05 | 13.15.45 | 41.44 | 46.26 | 28 | 6.96 | 15 | 27.11 | 01.36.35 | 41.55 | 46.51 | 15 | 6.31 |
| 16 | 20.05 | 01.14.23 | 41.58 | 46.51 | 16 | 7.97 | 16 | 08.12 | 04.27.23 | 41.57 | 46.51 | 18 | 7.22 |
| 17 | 22.05 | 18.21.58 | 41.54 | 46.51 | 16 | 7.14 | 17 | 08.12 | 17.37.09 | 41.57 | 46.53 | 30 | 8.04 |
| Основное событие | | | | | | | 18 | 25.12 | 03.49.13 | 41.55 | 46.65 | 15 | 7.28 |
| | 05.06 | 18.40.27 | 41.50 | 46.67 | 12 | 14 | 19 | 25.12 | 19.00.01 | 46.92 | 41.36 | 9 | 7.69 |

Максимальная интенсивность сотрясений по данным Республиканского Центра Сейсмологической Службы при Национальной Академии Наук Азербайджана в эпицентральной зоне составила $I_0 = 6$ баллов по шкале MSK-64. В средствах массовой информации сообщалось, что землетрясение ощущали в столице Грузии г. Тбилиси с силой сотрясений до 3 баллов, в областях Армении: Тавушской – 3-4 балла, в Лорийской – 3 балла, в Ширакской, Койтешской, Аратской и в г. Ереван – 2-3 балла. В Чеченской Республике в Гудермесском районе сила сотрясений достигла 2-3 баллов.

Сбор информации о макросейсмических данных в Дагестане осуществлен путем заочного опроса и анкетирования населения. Собраны и проанализированы данные по населенным пунктам и в северо-западном Азербайджане. Оценки интенсивности сотрясений в населенных пунктах в баллах шкалы MSK-64 [2] приведены в таблице 2, а соответствующая карта макросейсмических проявлений Закавказского землетрясения показана на рис. 1. Номера населенных пунктов на карте соответствуют нумерации в таблице 2. В населенных пунктах, в которых получены неоднозначные оценки интенсивности, использовались средние значения.



1-2 – инструментальный и макросейсмический эпицентры соответственно,
3- интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64, 4 – изосейста, 5 – государственная граница.

Рис. 1. Карта изосейст Закавказского землетрясения 5 июня 2018 г. с $K_p=14$.

Интенсивность сотрясений в 6 баллов в Закатальском районе Азербайджана отмечена в населенных пунктах Мухах, Гюллюк, Закаталы, Муганли, Катех, Алибейли. При эпицентральных расстояниях до 20 км, землетрясение отчетливо ощущалось всеми жителями. Их реакция варьировала от испуга до паники: некоторые жители в спешке покинули помещения. Отдельные люди, находившиеся в момент землетрясения на открытом воздухе, ощущали толчки. Повреждения зданий сводились главным образом к трещинам на штукатурке и выпадению отдельных ее кусков. Макросейсмические проявления имели характер сильных колебаний мебели, падения незакрепленных предметов на столах и полках, звона и дребезжания посуды в шкафах, сильного раскачивания висящих предметов.

Интенсивность сотрясений в 5 баллов наблюдалась на эпицентральных расстояниях до 60 км. В населенных пунктах расположенных в зоне пятибалльных сотрясений также землетрясение ощущалось всеми жителями, находившимися в помещениях. В зданиях отмечено появление тонких трещин в штукатурке, прочие макросейсмические эффекты сводились к дрожанию и раскачиванию мебели, падению или смещению не закрепленных предметов, раскачиванию висящих предметов. Многие очевидцы описывают землетрясение как резкий, сильный толчок: «будто тяжелая машина ударила в стену дома».

В населенных пунктах Кусур и Цахур юго-западной части Дагестана интенсивность сотрясений достигла 5-6 баллов.

В населенных пунктах Ругул и Тлярата землетрясение ощущалось всеми жителями, и по нашим оценкам его интенсивность составила 4-5 баллов, а в селах Цуриб, Кумух и Ахты – 4 балла.

Интенсивность сотрясений в 4 балла отмечалась на расстояниях до 70 км от эпицентра. Землетрясение отчетливо ощущалось жителями сельских населенных пунктов. Макросейсмические проявления сводились к скрипу полов и стен, дребезжанию посуды и оконных стекол, а также раскачивание висящих предметов.

Область ощутимых макросейсмических эффектов при Закатальском землетрясении охватила большую часть территории Дагестана. Максимальные расстояния, на которых оно ощущалось с интенсивностью сотрясений до двух баллов составляли 265-340 км к северо-западу в юго-восточном направлении.

Для определения глубины очага землетрясения на основе макросейсмических данных была использована формула типа Блейка-Шебалина: $I_0 = bM - \gamma_0 lgh + C$, где I_0 – балльность в эпицентре, M – магнитуда, γ_0 – показатель эффективного затухания, h – глубина очага, b, C – численные коэффициенты. Для горных зон Азербайджана $b=1.5$, $\gamma_0=3.3$ и $C=2.7$ [3]. При расчете макросейсмическая глубина гипоцентра оказалась равной $h_m=28$ км. Сопоставление инструментальных и макросейсмических данных дало хорошую согласованность координат эпицентра землетрясения, инструментальный эпицентр оказался всего в 8 км западнее макросейсмического, что в пределах точности определения эпицентра.

Таблица 2.

Макросейсмические сведения Закатальского землетрясения 5 июня 2018 г. с $M_s=5.5$

| № | Пункт | φ, N | λ, E | Δ, км | № | Пункт | φ, N | λ, E | Δ, км |
|------------|----------|-------|-------|-------|-----------|----------|-------|-------|-------|
| 6 баллов | | | | | 3-4 балла | | | | |
| 1 | Мухах | 41.34 | 46.41 | 6 | 22 | Гуниб | 42.23 | 46.57 | 102 |
| 2 | Гюллюк | 37.14 | 27.36 | 8 | 23 | Уркарах | 42.09 | 47.37 | 106 |
| 3 | Закаталы | 41.36 | 46.39 | 14 | 24 | Казах | 41.05 | 45.21 | 114 |
| 4 | Муганли | 40.00 | 47.20 | 14 | 25 | Хунзах | 42.32 | 46.42 | 116 |
| 5 | Катех | 41.38 | 46.32 | 18 | 26 | Маджалис | 42.07 | 47.49 | 118 |
| 6 | Алибейли | 39.09 | 46.44 | 20 | 27 | Кадабек | 40.34 | 45.48 | 124 |
| 5-6 баллов | | | | | 28 | Ляшли | 41.52 | 47.52 | 124 |
| 7 | Белоканы | 41.42 | 46.24 | 30 | 29 | Ботлих | 42.40 | 46.12 | 132 |
| 8 | Илису | 41.28 | 47.03 | 36 | 30 | Куба | 41.22 | 48.32 | 156 |

| 5 баллов | | | | | 3 балла | | | | |
|------------|-----------|-------|-------|-----|-----------|-----------|-------|-------|-----|
| 9 | Кусур | 41.46 | 46.57 | 38 | 31 | Сергокала | 42.27 | 47.39 | 134 |
| 10 | Цахур | 41.39 | 47.08 | 44 | 32 | Иждеван | 40.52 | 49.41 | 144 |
| 11 | Гамулла | | | 44 | 33 | Дербент | 42.04 | 48.17 | 148 |
| 12 | Корадаглы | 42.11 | 48.02 | 48 | 34 | Избербаш | 42.34 | 47.52 | 150 |
| 13 | Щеки | 41.11 | 47.09 | 48 | 35 | Шток | | | 152 |
| 4-5 баллов | | | | | 36 | Тбилиси | 41.41 | 44.49 | 154 |
| 14 | Рутул | 41.32 | 47.25 | 62 | 37 | Худат | 41.37 | 48.40 | 168 |
| 15 | Тлярата | 42.28 | 46.18 | 70 | 38 | Щемаха | 40.37 | 48.38 | 178 |
| 4 балла | | | | | 2-3 балла | | | | |
| 16 | Цуриб | 42.14 | 46.50 | 80 | 39 | Махачкала | 42.57 | 47.30 | 172 |
| 17 | Кумух | 42.10 | 47.07 | 80 | 40 | Дылым | 43.04 | 46.38 | 174 |
| 18 | Ахты | 41.27 | 47.45 | 88 | 41 | Хасавюрт | 43.15 | 46.35 | 194 |
| 19 | Мингечаур | 40.46 | 47.02 | 88 | 42 | Гудермес | 43.21 | 46.06 | 210 |
| 20 | Кировабад | | | 94 | 43 | Ереван | 40.10 | 44.29 | 232 |
| 21 | Куткашен | | | 118 | | | | | |

История инструментальных наблюдений в очаговой зоне Закавказского землетрясения с активным Закавказско-Шемахинским разломом связывает следующие наиболее сильные землетрясения: 19 января 1907 г. в 29 ч.10 мин. с $M_s=5.0$ и $I_0=6-7$ [4]; 2 сентября 1936 г. в 10 ч. 01 мин. с $M_s=4,7$ и $I_0=6-7$; 29 июня 1948 г. в 16 ч. 06 мин. с $M_s=6.1$ и $I_0=7$ [4]; 7 мая 2012 г. в 04 ч. 40 мин. с $M_s=5.7$ и $I_0=7-8$ [5, 6]. Крупные землетрясения непосредственно в зоне Закавказского землетрясения не зафиксированы, однако в последние десять лет в этом районе регулярно фиксируются слабые землетрясения с $M_s \leq 3.0$ [7].

Литература

1. Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Магомедова Д.С., Мусалаева З.А., Сагатовла Е.Ю., Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2018 г. – Обнинск: Фонды ДФ ФИЦ ЕГС РАН, 2018.
2. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
3. Кулиев Ф.Т. Уравнение макросейсмического поля для Азербайджана и его геотектонических областей // Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1977 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1980. – С. 129–140.
4. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР / Ответственные редакторы Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. – М.: Наука, 1977. – С. 69-170.
5. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Проявление Закавказского землетрясения 7 мая 2012 г. ($K_p=14,0$) на территории Дагестана // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Седьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 35-38.
6. Етирмишли Г.Д., Гаравелиев Э.Г., Адилов З.А., Асманов О.А., Даниялов М.Г. Двусторонний анализ сильных Закавказских землетрясений 2012 г. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С.126–131.
7. Кулиев Ф.Т., Рагимов Ш.С., Ахмедбейли Ф.С., Султанова З.З. Азербайджан // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С.227–241.

УДК 666.974.2.

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-75-78

КОМПОЗИЦИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО КРЕМНИСТОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Тотурбиева У.Д.

Дагестанский государственный технический университет

В статье дается краткий анализ сырьевой базы, запасов и применение кремнистых пород, их экономическая целесообразность использования для получения строительных материалов нового поколения с низкими энергетическими и другими материальными затратами. Приведены результаты лабораторных испытаний, технологии получения водного раствора силиката натрия из местных кремнистых пород (диатомита) и жидкого щелочного компонента – соапстока, на его основе композиционного материала с применением отвердителя – феррохромового шлака и отходов тонкомолотой карбонатной породы твердеющего при низкотемпературной обработке (100-110°С).

Ключевые слова: безводные силикаты натрия, кремнистые породы, диатомит, феррохромовый шлак, карбонатная порода, композиционные материалы.

COMPOSITION OF NATURAL SILICON RAW MATERIALS AND PRODUCTION WASTE

Toturbieva U.D.

Dagestan State Technical University

The article gives a brief analysis of the raw material base, reserves and the use of siliceous rocks, their economic feasibility of using to obtain new generation of building materials with low energy and other material costs. The results of laboratory tests, the technology for producing an aqueous solution of sodium silicate from local siliceous rocks (diatomite) and a liquid alkaline component - soap stock, based on it composite material using hardener - ferrochrome slag and waste finely ground carbonate rock hardening at low temperature are presented. processing (100-110 ° C).

Keywords: anhydrous sodium silicates, siliceous rocks, diatomite, ferrochrome slag, carbonate rock, composite materials.

В России располагается крупнейшая сырьевая база кремнистых пород. По данным геологов запасы составляют более 2,5 млрд. тонн, большую часть из которых составляют трепела и диатомиты [1,2,3-6]. Прогнозные же запасы кремнистых пород оцениваются в 50 млрд. тонн. Наибольшее распространение кремнистые породы имеют в районах Поволжья, Дона, Западной Сибири, на Северном Кавказе, в центральных областях Европейской части России, Ленинградской области, Дальнем Востоке, Кольском полуострове, на Камчатке [9].

Промышленное применение кремнистых пород связано с их физическими и химическими свойствами, главными из которых является их высокая пористость и малая средняя плотность, термостойкость, наличие реакционно «активного» кремнезема и химическая стойкость по отношению к кислотам. Поэтому основная масса добываемых кремнистых пород (более 70 %) применяется в цементной промышленности, в качестве активных минеральных добавок, пригодность которых определяется требованиями ТУ 21-26-11 - 90.

Наиболее распространенными представителями кремнистых пород являются диатомиты, опоки и трепела. Они относятся к числу полезных ископаемых, характеризующихся широким комплексом полезных свойств: тонкопористой структурой, малой плотностью, высоким содержанием аморфного активного кремнезема. Совокупность указанных факторов позволяет использовать их в самых разнообразных отраслях промышленности.

Экономическая целесообразность использование кремнистых пород (опока, трепел, диатомит) - это их многофункциональность. Например, диатомит используется как адсорбент и фильтр в текстильной, нефтехимической и пищевой промышленности, в производстве антибиотиков, бумаги, различных пластических материалов, красок, как сырьё для жидкого стекла и глазури. Его широко используют в качестве строительных тепло- и звукоизоляционных материалов, при изготовлении кирпича, добавок к некоторым типам цемента, а также для полиро-

вального материала (в составе паст) для металлов, мраморов и т.д., для производства товарного бетона, строительных растворов и сухих строительных смесей различного назначения, пено-диатомитовая крошка. В сельском хозяйстве как инсектицид, вызывающий гибель вредителей и в удобрениях, а также в качестве носителя катализаторов и наполнителя в чистящих и абсорбирующих средствах [8].

Среди довольно широкой номенклатуры теплоизоляционных материалов традиционно устойчивое место по объему производства и применения, как в России - так и за рубежом, занимают теплоизоляционные материалы и изделия на основе кремнистых пород (опока, трепел, диатомит) [7].

Импорт в Россию товаров из диатомита превышает 100 миллионов долларов в год и это, как правило, наукоемкая продукция с высокой добавленной стоимостью, хотя в России имеется достаточное сырье для изготовления этих товаров из диатомита.

Диатомиты - это легкие тонкопористые кремнистые породы, сложенные в основной своей массе мельчайшими (0,01-0,04 мм) обломками и целыми створками диатомовых водорослей. Состав панцири диатомей из рентген аморфного опала [7]. Наряду с аморфным кремнеземом в диатомитах в качестве постоянного компонента присутствует глинистый материал, представленный в основном монтмориллонитом и гидрослюдами. Их содержание обычно колеблется в пределах 15-30 %. В различном количестве (3-5 %) в диатомитах присутствует песчано-алевролитовый материал, представленный обычно кристаллическим кварцем и реже глауконитом. Химический состав диатомитов обладает существенным постоянством и имеет следующие пределы колебаний: SiO_2 - 78-85%; $\text{CaO}+\text{MgO}$ - 1-2%; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ - 1,5-2% и прочие 7,5-12%. Средняя плотность их обычно составляет 600-1000 кг/м³, пористость достигает 70-75%. Окраска диатомитов белая, желтая, иногда темно-серая и буровато-серая, прочность не более 3,0 МПа.

Обследование месторождений кремнистых пород Дагестана, рассмотрение технико-экономических аспектов их добычи и переработки показали, что наиболее перспективным для использования их в производство является кремнистые породы в бассейне реки Халагорк, Левашинского района. Это месторождение представлено диатомито-спонголитом среднепалеогенового возраста. По минералогическому составу порода относится к опалкальцитовым.

Химический состав (% по массе): SiO_2 -61-78; CaO -10-22; Al_2O_3 -2-9; Fe_2O_3 -0,5-3,0; FeO -0,25-0,75; TiO_3 -0,04-0,56; MnO -0,22-2,0; K_2O -0,17-0,84; Na_2O -0,29-1,51; другие вещества в виде примесей- 12-1,3; п.п.п.-9,3-20,8.

Учитывая высокую пористость, низкую среднюю плотность (380 до 1000 кг/м³) и их многофункциональность, можно предположить возможность получения строительных материалов нового поколения с низкими энергетическими и других материальными затратами.

В этой связи в Институте геологии ДНЦ РАН проводятся научные исследования комплексного использования ресурсов нерудного сырья для строительной индустрии на базе современных энерго-ресурсосберегающих и высоких технологий, разработанных в области материаловедения. Особую актуальность приобретает создание новых технологий, прежде всего безобжиговых, при котором материал будет достаточно доступным по цене (отвечал потребностям рынка) и отвечал по своим физико-техническим характеристикам.

К настоящему времени получены модифицированные композиционные вяжущие из силикатных систем обладающие уникальными связующими свойствами обеспечивающие комплексное использование нерудного сырья в композициях с различным целевым назначением [10-12].

Вяжущие свойства этих композиций проявляются главным образом вследствие приобретения безводным силикатом натрия адгезионных свойств, определяющих клеящую способность этого компонента, и когезионной прочности клеевых контактов, прочность и долговечность которых в свою очередь зависит от условий их образования.

Несмотря на большие преимущества жаростойких теплоизоляционных материалов из безводных силикатнатриевых композиционных вяжущих практически отсутствуют исследования направленные на разработку новых связующих взамен этих вяжущих.

Это связано с тем, что безводные силикаты натрия являются наиболее дорогими компонентами в составе композиционного вяжущего. Согласно традиционной технологии изготовления безводных силикатов натрия (силикат-глыба) достаточно энергоемкое и сложное производство. Их получают преимущественно сплавлением кварцевого песка с карбонатами или сульфатом натрия восстанавливающей добавкой угля при температуре 1400°C.

Учитывая сложность процесса, нами была предпринята попытка получения растворимого стекла и вяжущих композиций на его основе путем упрощения технологических переделов и применение более доступного местного минерального сырья и технологических отходов в качестве сырья, что позволяет расширить область их применения.

Для получения водного раствора силиката натрия использовались местные кремнистые породы (диатомит) Дагестанского месторождения, соапсток – отход щелочной рафинации рыбьих жиров Махачкалинского рыбоконсервного завода, а в качестве отвердителя использовался феррохромовый шлак – отход электрометаллургического производства, а для получения композиционного материала тонкомолотым наполнителем являлась карбонатная порода – отходы камнепиления известняка. Вода для композиционной смеси удовлетворяла ГОСТ 23732-80.

Приготовление щелочно-кремнеземистого раствора путем одновременного разогрева и перемешивания осуществлялась в следующей последовательности. Заранее дозированный жидкий щелочной раствор соапстока соответствующей концентрации загружали в мешалку и нагревали до заданной температуры. Затем в нагретый (80-90°C) раствор с одновременным перемешиванием вводили тонкодисперсный диатомит. Нагревание и перемешивание продолжали до получения щелочно-кремнеземистого раствора (водного раствора силиката натрия) соответствующего силикатного модуля.

Проведенные исследования по получению щелочно-кремнеземистого раствора (водные растворы силиката натрия) с использованием кремнистых пород (диатомита) и жидкого щелочного компонента – соапстока показали, что важнейшими факторами, влияющими на растворимость аморфного SiO₂ (диатомита) являются, концентрация щелочи в соапстоке, температура, продолжительность растворения, минералогический состав породы и ее дисперсность.

Установлены следующие рациональные параметры получения высокомодульного щелочно-кремнеземистого раствора: температура - 90±3 °С; продолжительность растворения – 4 ч; рН раствора – 12...13; дисперсность диатомита – 2500 см²/г.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований позволяет сделать вывод о том, что щелочной обработкой (щелочным раствором соапстока) природного сырья – диатомита можно получить водный раствор силиката натрия с необходимой концентрацией SiO₂, т.е. с заранее известным кремнеземистым модулем.

При разработке оптимальных составов вяжущей композиции из растворимого стекла, полученного путем растворения кремнистой породы (диатомита) в щелочном растворе (жидкие отходы щелочной рафинации рыбьего жира - соапсток), тонкомолотого наполнителя (отходы карбонатных пород) и отвердителя (феррохромового шлака), регулирующей сроки схватывания исследовались следующие технологические и физико-механические свойства теста и камня из композиционного вяжущего:

- сроки схватывания и твердения композиционного теста;
- пластическая прочность и подвижность;
- прочность при сжатии, изгибе и усадка композиционного вяжущего в процессе твердения.

По результатам этих исследований был принят следующий состав композиции, % по массе: водный раствор силиката натрия – 32.6, феррохромовый шлак – 9.8 и тонкомолотая карбо-

натная порода – 57.6. При проведении исследований по выявлению влияния основных факторов на свойства композиционного материала было установлено, что одной из важнейших физических характеристик, является вязкость водного раствора силиката натрия.

Изменение вязкости водного раствора силиката натрия, разной концентрации и кремнеземистого модуля с повышением температуры показывает, что оно зависит не только от концентрации жидкости и содержания кремнезема в нем, но и от температуры.

С повышением температуры вязкость раствора силиката натрия значительно понижается, следовательно, в нашем случае до применения низкотемпературной сушки для твердения разработанного композиционного материала, необходимо ввести отвердитель и дать выдержку для повышения ее устойчивости. Выбор режима тепловой обработки проводился исходя из условий рационального расхода топливно-энергетических ресурсов и удельного объема готовой продукции сушильного агрегата. В связи с этим был принят режим сушки с ускоренным нагревом изделий.

Этот режим заключается в следующем. Образцы, композиционного материала после формования загружают в печь предварительно нагретую до 100-110°C и выдерживаются в течение 5-6 часов.

Таким образом, экспериментальными исследованиями установлена возможность получения композиционного материала твердеющего при низкотемпературной обработке (100-110°C), на основе водного раствора силиката натрия полученного из местных кремнистых пород (диатомита) и жидкого щелочного компонента – соапстока, отвердителя – феррохромового шлака и отходов карбонатной породы.

Литература

1. Грязев И.Н., Копейкин В.А. Об адсорбационно-структурной классификации осадочных кремнистых пород ВКН.: Кремнистые породы и их использование в народном хозяйстве. -Изд. ВИЭМС //Геология неметаллических полезных ископаемых, 1972, № 4. - С. 19-20.
2. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Кремниевые породы. Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.
3. Дистанов У.Г. Минеральное сырьё. Опал-кристобалитовые породы //Справочник. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. - С. 27.
4. Седлецкий В.И.Справочник по месторождениям нерудных полезных ископаемых Ростовской области //Часть II - Ростов на Дону, Издательство Ростовского университета, 1992, С. 189.
5. Лопатников М.И. Минерально-сырьевая база керамической промышленности России // «Строительные материалы», 2004, № 2, С.26-28.
6. Дистанов У.Г. Геолого-промышленный анализ ресурсов опал-кристобалитовых пород СССР.- ВКН.: Осадочные породы и руды. Материалы научн. //Совещан. Наукова Думка, - Киев 1980. -С. 145-159.
7. Гончаров Ю.И., Лесовик В.С. Минералогия и петрография сырья для производства строительных материалов и технической керамики. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – С. 181.
8. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов: Учебник. - М.: Высшая школа, 1988.- С. 384.
9. Ресурсы и перспективы использования кремнистого опал-кристобалитового сырья СССР //Сборник трудов ВНИИСТРОМ № 55(83). М., 1985, - С. 56-61.
10. Тотурбиев А.Б., Абдулаев М.А., Черкашин В.И., Тотурбиев Б.Д. Безобжиговый пенодиатомитовый теплоизоляционный материал на местном природном кремнистом сырье //Промышленное и гражданское строительство. 2014. №3. С. 76-79.
11. Тотурбиев Б.Д. Наноструктурированные жаростойкие бетоны из нанодисперсных высокомолекулярных силикатных систем с повышенными эксплуатационными свойствами //Бетон и железобетон. 2016. N 3. С. 2-5.
12. Тотурбиев Б.Д., Тотурбиев А.Б. Полисиликаты щелочных металлов – уникальные связующие вещества для получения нанодисперсных полисиликатнатриевых композиций //Промышленное и гражданское строительство, 2017. № 4. С. 72-76.

УДК 550.348

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-79-89

ТЕХНОГЕННОЕ ПРОВОЦИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОЙ АКТИВНОСТИ

Чотчаев Х.О., Мельков Д.А., Архиреева И.Г.

Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

Оползни формируются на пологих участках крутых склонов крупных горных рек и их притоков, где высокий эрозионный потенциал определяется выходами коренных пород относительно низкой прочности песчано-глинистого состава типа алевролитов, аргиллитов, мергелей, мягких известняков, дислоцированных доломитов и других полускальных пород в сочетании с протяженной в несколько км/км² эрозионной сетью и глубинами местных базисов эрозии 1000-1500м. Основным исходным материалом формирования оползневых массивов в условиях Центрального Кавказа являются низкопрочные аргиллиты – алевролитовые и песчаниковые терригенные образования тоар-аалена нижней - средней юры, которыми в основном заполнена юрская депрессия, расположенная между Центральным и Боковым хребтами и испытывающая тангенциальное сжатие в условиях восходящего неотектонического развития структуры Большого Кавказа. По разнообразию и интенсивности проявления опасных природных процессов Большой Кавказ может служить естественной лабораторией, где непрерывно протекают разного типа и порядка геодинамические процессы сейсмотектонического характера, как континентального масштаба, за счет коллизии Скифской плиты и южных микроплит, подпираемых Аравийской плитой, так и регионального масштаба, вызванные активизацией сейсмичности в зонах глубинных разломов. Высокая сейсмичность, обусловленная активными глубинными геодинамическими процессами и напряжениями в зоне коллизионных плит, воздействует на сильно расчлененный рельеф, активизирует многие опасные экзогенные процессы (сели, оползни, лавины, обвалы). Не в малой степени негативные природные процессы провоцируются техногенными воздействиями на горный ландшафт (в виде магистральных трубопроводов, автомобильных дорог, осушение), атмосферу (вредные выбросы, ионизация воздуха электромагнитными полями) и осадочный чехол (горные выработки, тоннели, подземные коммуникации). Геофизические методы в комплексе вертикальных электрических зондирований, сейсморазведки, геолокации удовлетворительно позволяют исследовать состояние динамики, пространственные характеристики, качественный состав оползневых массивов.

Ключевые слова: Центральный Кавказ, оползни, техногенное воздействие, вертикальные электрические зондирования, геолокация.

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-47-02010, "Natural hazards and monitoring for mountain territories in Russia and India").

TECHNOGENIC TRIGGER-OFF A LANDSLIDE ACTIVITY

Chotchaev Kh.O., Melkov D.A., Arkhireeva I.G.

*Geophysical Institute Vladikavkaz Scientific Center Russian Academy of Sciences,
93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russia, e-mail: chotho@yandex.ru*

Landslides are formed on the shallow sections of the steep slopes of large mountain rivers and their tributaries, where the high erosion potential is determined by the bedrock outcrops of relatively low strength sand-clay composition such as siltstones, mudstones, marls, soft limestones, dislocated dolomites and other half-rocks in combination with extended several km/km² erosion network and local erosion bases of 1000-1500m. The main source material for the formation of landslide massifs in the conditions of the Central Caucasus are low-strength mudstone - siltstone and sandstone terrigenous rocks of the Toar-Aalenian of the Lower - Middle Jurassic, which mainly fill the Jurassic depression located between the Central and Lateral ridges and experiencing tangential compression under conditions of ascending neotectonic development Greater Caucasus. By the variety and manifestation intensity of hazardous natural processes, the Greater Caucasus can serve as a natural laboratory. In Greater Caucasus geodynamic processes of a seismotectonic nature in a continental scale and of different types and order continuously occur due to the collision of the Scythian plate and southern microplates supported by the Arabian plate, as well as regional activation of seismicity in zones of deep faults. High seismicity due to active deep geodynamic processes and stresses in the zone of collision plates affects a strongly dissected relief, activates many hazardous exogenous processes (mudflows, landslides, avalanches, rockfalls). Not to a small extent negative natural processes are triggered-off by technogenic impacts on the mountain landscape (in the form of trunk pipelines, roads, drainage), the atmosphere (harmful emissions, air ionization by electromagnetic fields) and sedimentary cover

(mining, tunnels, underground utilities). Geophysical methods in a complex of vertical electrical sounding, seismic exploration, and geolocation satisfactorily allow us to investigate the state of dynamics, spatial characteristics, and the qualitative composition of landslide massifs.

Keywords: Central Caucasus, landslides, technogenic impact, vertical electric sounding, geolocation.

Acknowledgments: The research was supported by Russian Science Foundation (Project No. 19-47-02010, "Natural hazards and monitoring for mountain territories in Russia and India").

Введение

Природные процессы эндогенного и экзогенного характера, представляющие разной степени опасность для населения, являются для самой планеты обыденным явлением проявления ее активной жизни. Внезапность, катастрофичность проявления негативных для человека природных процессов проявляется в незнании или, точнее сказать, в недостаточном знании человеком окружающей его природной среды, ее законов и эволюции. География и разнообразие опасных природных процессов поражают воображение, человек продолжает удивляться и опасаться, восхищаться и страдать и в то же время робко пытается познавать эту среду. Наибольшим разнообразием и интенсивностью эндогенные и экзогенные природные процессы протекают в горных районах, относительно молодого по геологическим меркам возраста горообразования, где геодинамическая активность протекает в коллизионной обстановке, что сопровождается нарушением сплошности пород, проявлением тектоники и сейсмичности, интенсивным проявлением трещиноватости, потерей гравитационного равновесия поверхностных толщ за счет расчлененной орографии [1-21]. Интенсивная сейсмоструктурная, изрезанный рельеф, раздробленность пластов, континентальный климат – способствуют активизации экзогенных процессов в виде эрозии солнечно-ветровой, а затем и водной, перемещающей продукты разрушения вниз по склону или до естественных углублений, образуя коллювиальные, пролювиальные, делювиальные образования, при соответствующих условиях накапливающиеся до состояния оползневых массивов [22-24].

Оползни формируются на пологих участках крутых склонов крупных горных рек и их притоков, где высокий эрозионный потенциал определяется выходами коренных пород относительно низкой прочности песчано-глинистого состава типа алевролитов, аргиллитов, мергелей, мягких известняков, дислоцированных доломитов и других полускальных пород в сочетании с протяженной в несколько км/км² эрозионной сетью и глубинами местных базисов эрозии 1000-1500м.

Основным исходным материалом формирования оползневых массивов в условиях Центрального Кавказа являются низкопрочные аргиллиты – алевролитовые и песчаниковые терригенные образования тоар-аалена нижней - средней юры, которыми в основном заполнена юрская депрессия, расположенная между Центральным и Боковым хребтами и испытывающая тангенциальное сжатие в условиях восходящего неотектонического развития структуры Большого Кавказа.

По разнообразию и интенсивности проявления опасных природных процессов Большой Кавказ может служить естественной лабораторией, где непрерывно протекают разного типа и порядка геодинамические процессы сейсмоструктурного характера, как континентального масштаба, за счет коллизии Скифской плиты и южных микроплит, подпираемых Аравийской плитой, так и регионального масштаба, вызванные активизацией сейсмичности в зонах глубинных разломов. Высокая сейсмичность, обусловленная активными глубинными геодинамическими процессами и напряжениями в зоне коллизионных плит, воздействует на сильно расчлененный рельеф, активизирует многие опасные экзогенные процессы (сели, оползни, лавины, обвалы) [25-28]. .

Не в малой степени негативные природные процессы провоцируются техногенными воздействиями на горный ландшафт (в виде магистральных трубопроводов, автомобильных дорог,

осушение), атмосферу (вредные выбросы, ионизация воздуха электромагнитными полями) и осадочный чехол (горные выработки, тоннели, подземные коммуникации).

Не касаясь локальных техногенных причин наведенной тектонической активности, которой можно управлять во времени, естественная тектоническая активность территории неуправляема, но она долгосрочная и качественно предсказуема современными методами космической геодезии и геолого-геофизических методов прогнозирования через напряженно-деформированное состояние горных массивов. Землетрясения в отличие от тектонических проявлений, являясь производными тектоники, мгновенны и прогнозируемы хотя и с очень низким коэффициентом корреляции. Оба эти процесса являются формами проявления геодинамических сил межкоровых подвижек и мантийно-плюмовых внедрений. Тектоническое напряжение, предельное относительно прочности пород, где оно концентрируется, завершается землетрясением. При этом оба вида динамического воздействия на обнаженные горные породы будут тем деструктивнее, чем сложнее орография местности. Однако замедленные по времени тектонические действия будут менее производительны в деструкции за определенный промежуток времени, чем мгновенный сейсмический разряд накопившегося напряжения в широкочастотном режиме. В этом собственно и заключается вся катастрофичность сейсмического воздействия.

Воздействия этих глубинных сил с одной стороны, климатических, эрозийных и техногенных процессов с другой в различных ландшафтно-орографических и литологических условиях порождают различные неустойчивые вторичные геологические образования, представляющие угрозу безопасности людей и инфраструктуре экономики.

Ниже рассматривается пример техногенного провоцирования начала активной подвижки оползневого массива, геоморфологическая, гидрогеологическая, структурно-литологическая и орографическая характеристики которого с большой достоверностью позволяли классифицировать его устойчивым.

Неприметный какой-либо активностью локальный массив четвертичных образований в общей структуре Малого Ханикомского оползня расположен на левом борту одноименного левого рукава р. Фиагдон, ниже которого находится хвостохранилище Фиагдонского рудника.

Исполнение проекта захоронения отходов металлургии под саркофагом битумизированного слоя и 1,5 м толщи глыбово-щебенистых и суглинистых природных грунтов стало причиной разработки осыпных склонов для отсыпки хвостохранилища без всяких научных представлений об их инженерно-геологических состояниях, пространственных параметрах, физико-механических характеристиках, вещественном составе. В определенный момент интенсивной разработки по фронту, массив рыхлых грунтов проявил активность в виде отдельных линий террасирования высотой до 1,5 м и трещин поперечной ориентировки, что уже угрожало перекрытием реки, безопасности людей, инфраструктуре проектной организации, дорожной коммуникации, что послужило поводом для исследования объекта, оценки опасности, превентивных мер снижения риска.

Генетические и геологические особенности оползней района

Основу оползневых массивов района составляют четвертичные образования голоценового периода (dpQ_{IV}), представленные рядом генетических типов. Это аллювиальные, делювиальные, пролювиальные, коллювиальные (обрушения и оползания), флювиогляциальные, ледниковые отложения. В условиях высокогорья материал аллювия относительно крупнее по сравнению с равнинной частью территории. Гранулометрический состав их изменяется в пределах: валуны - 41-26%; галька - 41-52%; песок - 17-28%, пылеватых глинистых и илистых частиц - 9-11%.

Петрографический состав в основном осадочных пород (известняки, доломиты, глинистые сланцы).

Голоцен характеризуется последними стадиями отступления II-го Безенгийского оледенения, исторической стадией оледенения 2,5-2 тысячи лет тому назад и последним оледенением

XVII-XIX веков [35-36]. Стадии оледенений фиксируются конечно-моренными валами в трогах на различных участках высокогорной зоны. Морены ранних стадий оледенения глубоко погребены на дне трогов, под поздне- и послеледниковыми накоплениями.

Ниже моренных образований в долинах рек в высокогорной зоне имеют место флювиогляциальные отложения, которые обычно перекрываются коллювиальными и коллювиально-делювиальными образованиями, покрывающие склоны хребтов.

Литологический состав морен и флювиогляциальных отложений очень разнообразен и находится в прямой зависимости от пород, слагающих борта и днище ледниковых долин. Сложены они валунами, галькой, гравием, песком и суглинком.

Пролювиальные накопления образуют конуса выноса в приустьевых частях небольших ручьев и временных водотоков и состоят из несортированного или слабо отсортированного обломочного материала - песка, щебня и мелких глыб, перемешанных с алевроито-глинистым материалом.

Коллювий обрушения широко развит на крутых участках склонов и представлен глыбами, щебнем горных пород, перемешанных с суглинком.

На территории выделены однотипные оползни Большой и Малый Ханикомские, Авсатурский, Дзивгиский, Кадатский и Гулийский. К элементу Малого Ханикомского оползня относится и рассматриваемый массив, свисающий над северо-западным началом хвостохранилища Фиагдонского рудника [29-34].

Оползень на снимках ГУГЛ 14 сентября 2019г (рис.1) не отмечается признаками активизации в виде оползневых срывов, трещин, разрывов или фронтальных обрушений.



Рис.1 Контурсы оползня в верховье Фиагдонского хвостохранилища и пункты геофизических наблюдений

Координаты центральной части оползня составляют $42^{\circ}50'54.01''$ С широты и $44^{\circ}19'21.49''$ В долготы, ширина по простиранию активной части 138,2 м, проложение по падению 270м, средняя мощность 20-25м. Интервал высот 1245-1331м, превышение 86м. Угол наклона сползающих масс -18° .

На север в долине реки на ширину 47м оползень продолжает современный аллювий мощностью порядка 2м и горизонтальной дневной поверхностью. Поверхность оползня,

имеющий выдержанный уклон в 17-18°, сглаженный, слегка террасированный, фронтальная стена обрушения не отмечается.

Считая такое состояние стабилизированным, уравновешенным сил сцепления внутри оползневой массы и в целом оползня с плоскостью сместителя, рассмотрим некоторые события, возможными влияниями которых на состояние оползня пренебречь нельзя.

1. С момента последнего снимка ГУГЛ на хвостохранилище началось осуществление проекта захоронения хвостохранилища способом экранирования от атмосферных осадков и поверхностных вод и отсыпкой 1,5 метровым балластом природного щебенисто-глинистого материала, для чего задействовано большое количество большегрузных машин и землеройной техники, создающие многочастотный вибрационный фон, сейсмически воздействующий на окружающую среду.

2. За период исполнения части проекта захоронения длительностью порядка 2-х месяцев, фронт резко обозначился, его положение продвинулось на юг, примерно на 60м, а высота стены составила порядка 18-20м. Грунт, подпирающий фронт естественным откосом (18°) в объеме не менее 150тыс. тонн был перемещен.

3. 18 и 24 октября 2019г зафиксированы землетрясения интенсивностью 3,4 и 4,4 балла, которые ощущались некоторыми присутствующими на объекте.

Геофизические исследования

Геофизические исследования выполнены для оценки мощности оползня в зоне интенсивного проявления трещин, разрывов и террасообразования, угла наклона сместителя, внутренней структуры оползневой массы, прогнозирования активной динамики развития оползня и принятия превентивных мер для частичной стабилизации оползня.

Выполнены вертикальные электрические зондирования на трех пунктах вдоль профиля поперечного падения оползня, проложенного на верхней образовавшейся террасе, местами видимой высотой разрыва порядка 1,5 м.

Разрез кажущегося удельного сопротивления характеризуется кривыми типа "К", высокоомный горизонт которого определяется щебенисто-суглинистыми и гравелистыми обезвоженными грунтами, перекрывают и подстилают которые более проводящие глинистые толщи (рис.2-5).

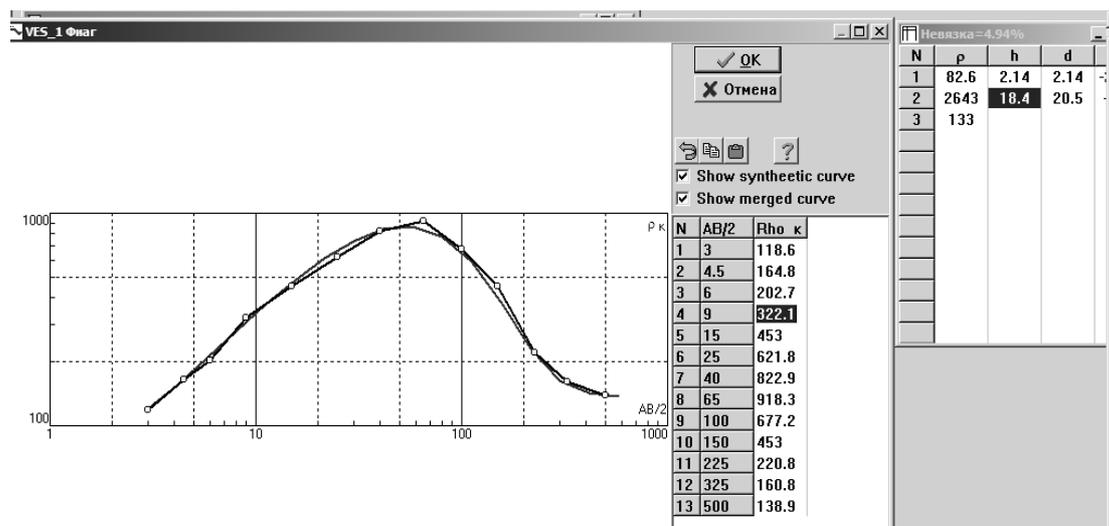


Рис.2 ВЭЗ№1.

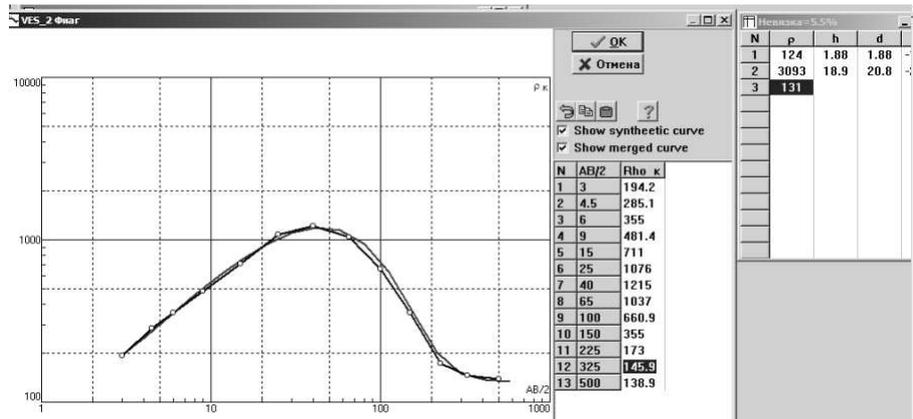


Рис.3 ВЭЗ №2

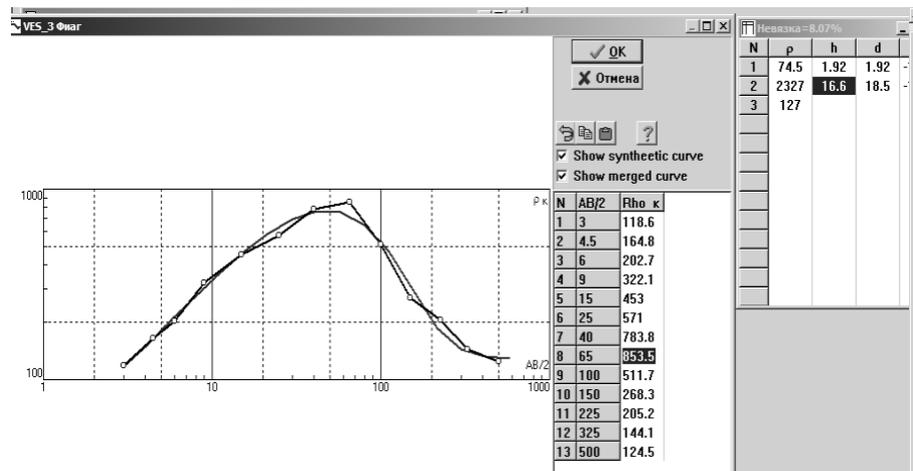


Рис.4 ВЭЗ №3

Волновая картина изменения напряженности электромагнитного поля в зависимости от диэлектрической проницаемости пород

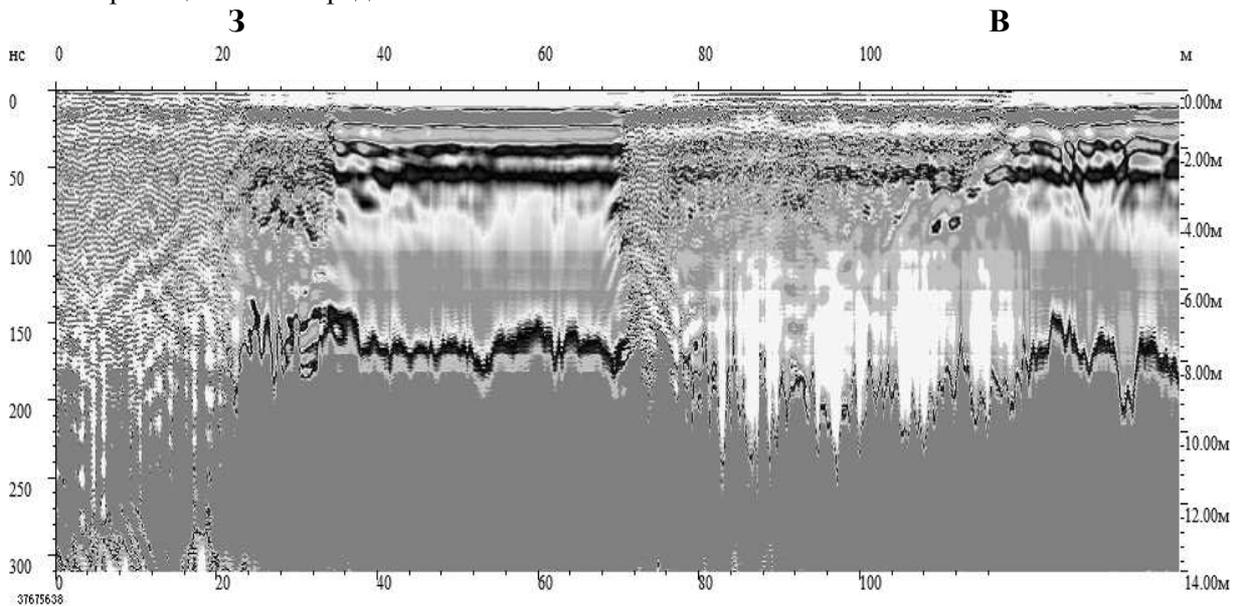


Рис. 5. Профиль 1. Геолокационного зондирования в направлении с запада на восток по склону над верхним оползневым срывом

Геоэлектрический разрез представляется трехслойным, мощность оползневого массива составляет 18,5-20,8м (рис. 6).

Дополнительные работы по оценке гранулометрического содержания было проведено геолокационное зондирование на несущей частоте 150МГц с регистрацией осциллограмм в цветных псевдотонах, т.е. условно выражая геологический разрез через величину диэлектрической проницаемости, дифференцируемой в цветовых тонах.

К сожалению, глубинность исследований методом геолокации ограничена большим волновым сопротивлением грунтов.

Таблица 1

Нормативных значений удельных сцеплений C^H , кгс/см², углов внутреннего трения ϕ^H , град. глинистых грунтов четвертичных отложений

| Виды глинистых грунтов и пределы нормативных значений и конструкций | Обозначения характеристик грунтов | Характеристика грунтов при коэффициенте пористости e , равном | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,05 |
| Супеси $0 \leq J_L \leq 0,25$ | C^H | 0,15 | 0,11 | 0,08 | - | - | - | - |
| | ϕ^H | 30 | 29 | 27 | - | - | - | - |
| $0,25 \leq J_L \leq 0,75$ | C^H | 0,13 | 0,09 | 0,06 | 0,03 | - | - | - |
| | ϕ^H | 28 | 26 | 24 | 21 | - | - | - |
| Суглинки $0 \leq J_L \leq 0,25$ | C^H | 0,47 | 0,37 | 0,31 | 0,25 | 0,22 | 0,19 | - |
| | ϕ^H | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 20 | - |
| $0,25 \leq J_L \leq 0,5$ | C^H | 0,39 | 0,34 | 0,28 | 0,23 | 0,18 | 0,15 | - |
| | ϕ^H | 24 | 23 | 22 | 21 | 19 | 17 | - |
| $0,5 \leq J_L \leq 0,75$ | C^H | - | - | 0,25 | 0,20 | 0,16 | 0,14 | 0,12 |
| | ϕ^H | - | - | 19 | 18 | 16 | 14 | 12 |
| Глины $0 \leq J_L \leq 0,25$ | C^H | - | 0,81 | 0,68 | 0,54 | 0,47 | 0,41 | 0,36 |
| | ϕ^H | - | 21 | 20 | 19 | 18 | 16 | 14 |
| $0,25 \leq J_L \leq 0,5$ | C^H | - | - | 0,57 | 0,50 | 0,43 | 0,37 | 0,32 |
| | ϕ^H | - | - | 18 | 17 | 16 | 14 | 11 |
| $0,5 \leq J_L \leq 0,75$ | C^H | - | - | 0,45 | 0,41 | 0,36 | 0,33 | 0,29 |
| | ϕ^H | - | - | 15 | 14 | 12 | 10 | 7 |

Наиболее вероятный интервал удельных весов супеси 2,68-2,72; суглинков 2,69-2,73; глин 2,71-2,76 тс/м³

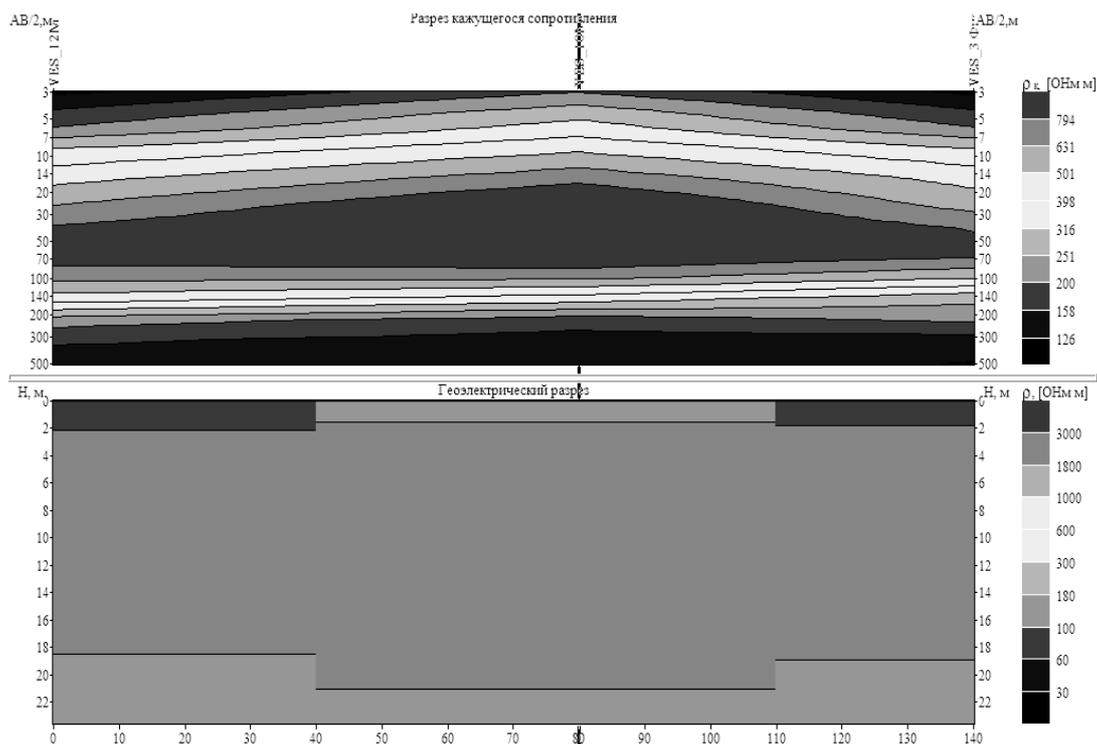


Рис. 6. Разрезы кажущегося сопротивления и геоэлектрический разрез

При нормальной увлажненности, к примеру, суглинков ($0,25 < J_L < 0,5$) (таблица), глубина исследований геолокацией не превышает 10-12м. В данном случае глубина 14 м достигается, возможно, за счет обезвоживания основной массы оползня.

По волновым картинам геолокационного зондирования разрезы представляются неоднородными и анизотропными, что интерпретируется как чередование грунтов глинистого и суглинистого состава и блоково-щебенистых грунтов.

Сводный геологический разрез оползня представлен на рис. 7, где состав оползня характеризуется неоднородной литологией и структурой консеквентного типа

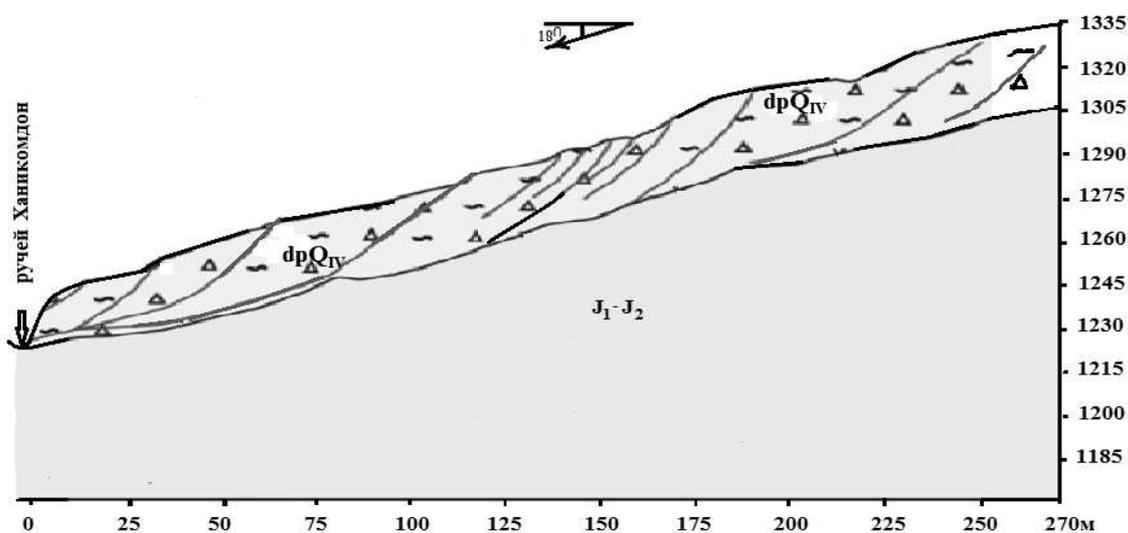


Рис. 7. Консеквентный тип оползневого срыва в верхье хвостохранилища Фиагдонского рудника

Анализ геологической ситуации и истории развития оползневых процессов на территории Фиагдонского рудного поля позволяет ряд выводов. Одним из важнейших то, что в нынешнем состоянии стабилизировать оползень не представляется возможным без изменения соотношения горизонтальной составляющей силы тяжести к суммарной силе сцепления и трения, чего можно добиться серией горизонтальных подрезок склона и нагружением прифронтальной части оползня разгружаемой массой грунта. Подрезки следует делать по двум (или нескольким) поперечным падению оползня профилям, кратным 20-25 м от фронтальной части. Без восстановления естественного угла откоса склона или, хотя бы приближения к нему, стабилизировать оползень вряд ли удастся.

Выводы

1. Описываемый массив является элементом Малого Ханикомского оползня, ранее не выделяемого в качестве самостоятельного объекта.
2. Пространственные размеры активной части оползня составляют: по простиранию - 138м, по падению 270м, средняя мощность 18-21м, угол наклона - 18° , объем оползня – порядка 745тыс. м³, плотность 2,70.
3. При принятых условиях обезвоженности и низкой консистенции ($0 < J_L < 0,25 < J_L < 0,5$) сцепление $C=0,34-0,47$ кГс/см². Тангенциальная составляющая силы тяжести при угле 18° достигает 0,54 кГс/см², что обеспечивает продвижение оползня по склону и разрыв сплошности, если отсутствует устойчивая опора фронтальному продвижению. Массив был устойчив, пока фронт не был подрезан (рис.1).
4. Район относится к активной зоне сейсмичности, вызванной современными неотектоническими подвижками в зоне Главного Кавказского надвига, откуда регулярно исходят сотрясения интенсивностью 3- 4 балла, однако упоминаний в архивных данных предшествующих исследователей о подвижках этого элемента Ханикомской группы оползней нет, что говорит о недостаточной аргументации активизации оползня за счет сейсмических проявлений 18 и 24 октября 2019г.
5. Основной причиной начала активного проявления оползневой динамики следует считать выборку массы грунта во фронтальной части оползня и увеличение высоты откоса, что при неизменной величине соотношения горизонтальной составляющей силы тяжести и сил сцепления грунта для критического угла наклона.

Литература

1. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. и его макросейсмическое проявление по инструментальным данным современных регистрационных систем // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 3. С. 29-44.
2. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. № 4. С. 25-32.
3. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Кануков А.С., Шемпелев В.Д. Мониторинг опасных природных и техногенных процессов на территории РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 1. С. 17-27.
4. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Заалишвили В.Б., Степанова М.Ю., Харазова Ю.В., Андреева Н.В., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Дзедобоев Б.А., Габараев А.Ф. Новые представления о глубинном строении осетинского сектора Большого Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 4. С. 3-7.
5. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Организация сейсмологических наблюдений в верховьях реки Геналдон и Кармадонском ущелье с использованием спутниковой телеметрической системы передачи информации // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 4. С. 44-50.

6. Бергер М.Г., Заалишвили В.Б. Об эволюции и современном состоянии представлений некоторых гляциологов о катастрофе на леднике Колка и в Геналдонском ущелье 20 сентября 2002 г. список Л.В. Десинова: факты и артефакты // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4. С. 110-121.
7. Zaalishvili V.B., Makiev V.D., Melkov D. Analysis of glacier Kolka fall on 20-th september 2002 on the basis of instrumental data of the seismological network of Georgia // Journal of the Georgian Geophysical Society. 2013. Vol. 16. № 1. С. 108-110.
8. Zaalishvili V.B., Makiev V.D., Melkov D. Reconstruction of glacier Kolka collapse process of 2002 on the basis of seismic records data // Journal of Geosciences and Geomatics. 2013. Т. 1. № 1. С. 47-49.
9. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Реконструкция процесса схода ледника Колка 20 сентября 2002 года по инструментальным сейсмическим данным // Физика Земли. 2014. № 5. С. 121-132.
10. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Кануков А.С., Габараев А.Ф., Шепелев В.Д. Сход каменно-ледовой лавины в районе ледника Девдорак 17 мая 2014 года по инструментальным данным // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4. С. 122-128.
11. Певнев А.К., Заалишвили В.Б. О причинах коровой сейсмичности и возможности прогноза землетрясений методами решения прямых задач // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 91-99.
12. Заалишвили В.Б., Бергер М.Г., Малиев И.Н., Мельков Д.А., Кануков А.С., Макиев В.Д. Развитие системы инструментального мониторинга Казбекского вулканического центра // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 4. С. 44-51.
13. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О. Комплексный анализ геологических данных и скоростной модели ММЗ на разрезах Центрального Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 4. С. 52-67.
14. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А. Особенности процесса схода каменно-ледовой лавины в районе ледника Девдорак 17 мая 2014 года по инструментальным данным Кармадонского параметрического полигона // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 4. С. 39-47.
15. Chachava N., Kiknadze Z., Zaalishvili V.B., Gogmachadze S., Tsereteli N., Arevadze N., Khoshtaria T., Timchenko I. Overview of the impact of urban settlements by the natural disasters. the issues of seismic vulnerability and risk asesment throughout the urban territory // Proportion & urbanism & environment. Lisbon, Portugal, 2017. pp. 61-71.
16. Zaalishvili V.B., Melkov D.A., Dzeranov B.V., Morozov F.S., Tuaeov G.E. Integrated instrumental monitoring of hazardous geological processes under the Kazbek volcanic center // International Journal of GEOMATE. 2018. Vol. 15. No. 47. pp. 158-163.
17. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Шемпелев А.Г. Признаки геодинамической обстановки и элементов структурно-вещественных комплексов Центрального Кавказа на глубинном разрезе Геналдонского профиля // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 4. С. 58-74.
18. Свалова В.Б. Геотермия и сейсмичность кавказского региона и обратная задача геодинамики // Геология и геофизика Юга России. 2019. Т. 9. № 3. С. 77-93.
19. Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Melkov D.A., Kanukov A.S., Magkoev T.T., Gabeeva I.L., Dzubelova L.V., Shepelev V.D. Complex analysis of geological data and use of velocity model of mms on Central Caucasus sections // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сep. "Advances in Engineering Research" 2019. pp. 319-324.
20. Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Shempelev A.G., Melkov D.A., Burdzieva O.G., Parada S.G., Dzeranov B.V., Dzhgamadze A.K. Geodynamic situation in Central Caucasus and structural complexes on depth section of Genaldon profile // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geoecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сep. "Advances in Engineering Research" 2019. pp. 325-331.
21. Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Magkoev T.T., Melkov D.A., Nikolaev A.V., Svalova V.B., Arkhireeva I.G., Dzeranov B.V. Physical fields as derivative of deformation of rock massif and technology of their monitoring // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сep. "Advances in Engineering Research" 2019. pp. 62-67.
22. Бондырев И.В., Церетели Э.Д., Али У., Заалишвили В.Б. Оползни Южного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 105-123.

23. Svalova V.B., Zaalishvili V.B., Ganapathy G.P., Nikolaev A.V. Natural hazards and disasters in mountain areas // Геология и геофизика Юга России. 2018. № 2. С. 99-115.
24. Svalova V.B., Zaalishvili V.B., Ganapathy G.P., Nikolaev A.V., Melkov D.A. Landslide risk in mountain areas // Геология и геофизика Юга России. 2019. Т. 9. № 2 (32). С. 109-126.
25. Norris R.D. Seismicity of rockfalls and avalanches at three Cascade Range volcanoes: implications for seismic detection of hazardous mass movements // Int. J. Rock Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abstr. 1995, - 32. № 6. - С. 253.
26. Чотчаев Х.О., Оганесян С.М., Гончаренко О.А. Опасные геологические процессы на территориях экономического освоения в горной части Республики Северная Осетия –Алания. // Устойчивое развитие горных территорий. №3 (Т.9), 2017.
27. Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Геологическое строение Кавказа. Изд-во Моск. Унив., 1963.
28. Растворова В.А. Формирование рельефа гор (на примере Горной Осетии) Изд. «Наука», М., 1973.
29. Агибалова В.В. “Отчет по региональным наблюдениям за ОГП на участках их проявления в горной части СОССР и ЧИАССР за 1982-86 гг”. // Владикавказ, фонды Госкомнедра.
30. Гончаренко О.А. Инженерно-геологические изыскания по объекту: «Проект создания туристического кластера в Северо-Кавказском федеральном округе, Краснодарском Крае и республике Адыгея» Всесезонный туристско-рекреационный комплекс «Мамисон» ”// Отчет, Владикавказ, 2012
31. Кулаев И.Г. и др. Изучение условий развития и активизации ЭГП в горной части СОССР и ЧИАССР за 1986-1991гг” // Отчет Владикавказ, 1991.
32. Тавасиев Р.А. Ледовые обвалы и их влияние на безопасность рекреационных районов Северной Осетии (Центральный Кавказ) // Материалы Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений» [электронный ресурс] – Владикавказ: Издательство «Терек» СКГМИ (ГТУ), 2010а. – 19 с.
33. Ольховский Г.П., Тибилев С.М. Составление специализированной геологической основы масштаба 1:50 000 для прогнозно-металлогенической карты Горной Осетии” (в 5 книгах). // Отчет. ГПП “Севосгеологоразведка”. Владикавказ, 1998.
34. Отчет “Инженерно-экологические изыскания стадии обоснования инвестиций и санитарно-эпидемиологическая оценка территории круглогодичного горно-спортивного комплекса “Мамисон” (в 2-х томах). ФГУП ИМГРЭ. Москва. 2007.
35. Отчет “Инженерно-геологические изыскания стадии обоснования инвестиций круглогодичного горно-спортивного комплекса “Мамисон”. Эколого-геохимические работы” ФГУП ИМГРЭ. Москва. 2007г.
36. Отчет “Инженерно-геологические изыскания стадии обоснования инвестиций круглогодичного горно-спортивного комплекса “Мамисон”. Опасные природные явления”. ФГУП ИМГРЭ. Москва. 2007 г.

УДК 614.8

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-90-99

ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ (ПРИРОДНЫЕ) ПРОЦЕССЫ В РАЙОНЕ г. ДЕРБЕНТ (причина и следствие)

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

На территории Дагестана широко распространены опасные экзогенные геологические процессы (ЭГП), такие как: оползни, осыпи, обвалы, сели, карст, овражная эрозия, просадки грунта и др. Одним из наиболее широко распространенных экзогенных процессов является группа гравитационных ЭГП (оползни, осыпи, обвалы). Предпосылками развития этой группы опасных процессов являются специфические природные условия Дагестана. К их числу можно отнести: значительную неотектоническую активность; распространение слоистых осадочных пород с резкими изменениями устойчивости разных слоев; значительную расчлененность и молодость рельефа; специфические биоклиматические особенности; антропогенное воздействие. Одним из районов Дагестана, подвергшийся воздействию оползня стал г. Дербент (2012 г), где в результате была нарушена инфраструктура части города, а также имелись человеческие жертвы. В работе рассматриваются причины возникновения опасного геологического процесса, а также на основе анализа даны рекомендации предотвращения столь грозного процесса.

Ключевые слова: геологические процессы, анализ, мониторинг, прогноз опасных процессов, человеческий фактор, безопасность.

DANGEROUS GEOLOGICAL (NATURAL) PROCESSES IN THE AREA OF DERBENT (cause and investigation)

*Idrisov I.A., Suleymanov V.K., Cherkashin V.I.
Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS*

In Dagestan, dangerous exogenous geological processes (EGPs) are widespread, such as landslides, screes, landslides, mudflows, karst, ravine erosion, soil subsidence, etc. One of the most common exogenous processes is the group of gravitational EGPs (landslides, screes, landslides). The prerequisites for the development of this group of hazardous processes are the specific natural conditions of Dagestan. These include: significant neotectonic activity; the spread of layered sedimentary rocks with sharp changes in the stability of different layers; significant ruggedness and youth of the relief; specific bioclimatic features; anthropogenic impact. One of the regions of Dagestan affected by the landslide was the city of Derbent (2012), where as a result the infra-structure of part of the city was violated, as well as there were human casualties. The paper considers the causes of the dangerous geological process, and also on the basis of the analysis, recommendations are given to prevent such a formidable process.

Keywords: geological processes, analysis, monitoring, forecasting hazardous processes, human factor, safety.

Вопрос безопасного проживания населения той или иной территории непосредственно связан с горно-геологическими условиями, климатом, а также антропогенным фактором. Проблема изучения и прогнозирования опасных природных и техногенных процессов является в настоящее время одной из самых актуальных. Чрезвычайные ситуации, в результате воздействия различных факторов и явлений на человека и окружающую среду, приводят к травмам и гибели людей, наносят огромный материальный и моральный ущерб.

Анализ имеющегося фактического материала о селевой опасности территории Дагестана показывает, что в основном опасные участки отмечены только в горной части Республики (рис. 1). Схожий подход представлен и в ежегодных Докладах об экологической ситуации в Республике Дагестан, где в качестве селеоопасных участков, в основном отмечаются также лишь горные участки республики.

Однако анализ фактического материала показывает, что интенсивные селевые процессы отмечались и в других частях предгорного и равнинного Дагестана, что предопределяет пересмотр существующего подхода к определению опасных участков (Идрисов и др., 2013). Одним из примеров является нанесенный селом материальный ущерб г. Хасавюрт. Потенциальная уг-

роза развития и схода селей отмечается также и для других городов Республики, в частности окрестности г. Махачкала.

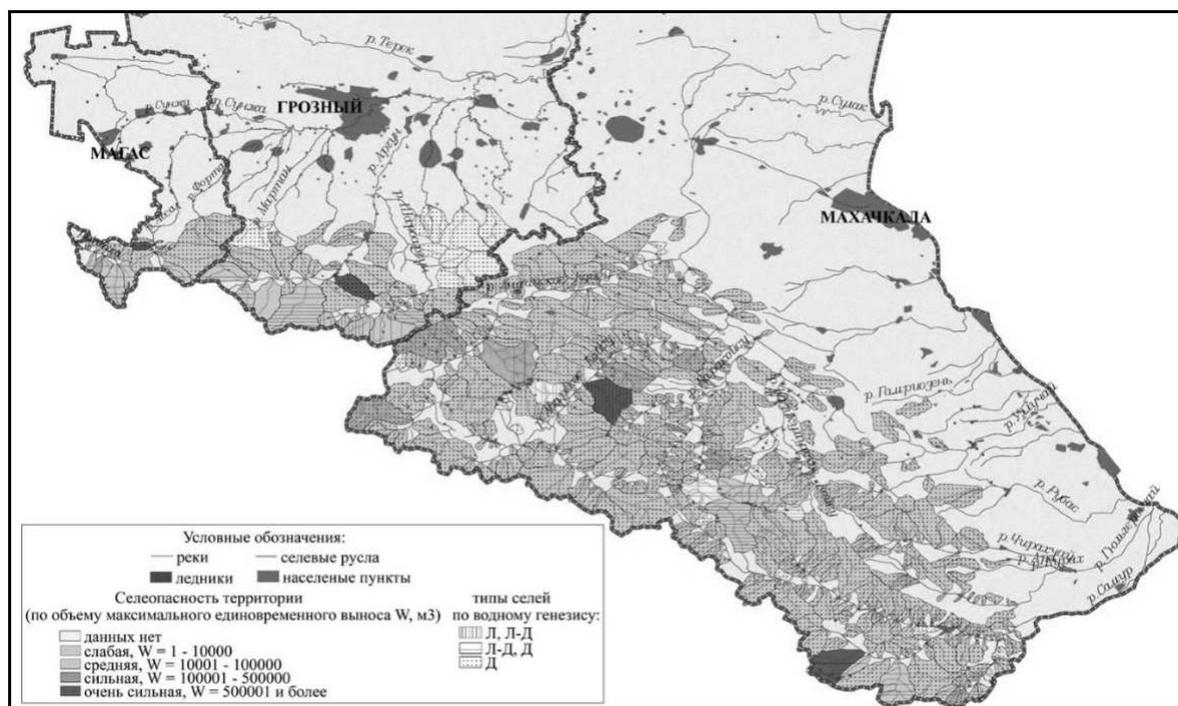


Рис. 1. Обзорная карта селевой опасности республик Восточного Кавказа (Кадастр..., 2015).

Активизация пересмотра существующей ситуации с опасными геологическими процессами на предгорной и низменной части Республики возникла с момента происшедшего селевого схода в районе города Дербент в 2012 г. нанеший не только материальный ущерб, но и приведший к человеческим жертвам. Следует отметить, что в обзорных работах (Кадастр селевой опасности..., 2015) по селевой активности Кавказа данный участок ранее не был отмечен.

Учитывая важность рассматриваемого вопроса как с точки зрения сохранения материальных ценностей исторического района Дагестана, а самое главное безопасного проживания жителей нами была проведена работа по выявлению опасных селевых участков в этом районе. В статье приводятся материалы исследования впервые выявленных и предварительно изученных селевых очагов на г. Джалган несущих прямую угрозу г. Дербенту.

Изучению селевых бассейнов, которые прорезают гору Джалган, активности селевой деятельности в них и опасности, которая несет сель г. Дербенту практически не посвящено ни одной работы, хотя город неоднократно подвергался воздействию селевых потоков. Исключением является разовое инженерное обследование территории г. Дербента, проведенное ОАО «Севкавгипроводхоз» в августе 2010 г. после схода селевых потоков.

Геолого-географическая характеристика.

Дербент расположен в 120 км к юго-востоку от столицы Республики Дагестан г.Махачкалы. Находится на сужении Приморской низменности, шириной около 2,5 км. Население города более 119 тыс. чел (2010 г).

Дербент занимает узкую полосу морской равнины, сформированной хвалынскими террасами плейстоцена, с востока ограничен Каспийским морем. Террасы сложены прибрежными галечниково-песчано-глинистыми отложениями. С запада город ограничен горой Джалган. Высота горы 708 м, протяженность с севера на юг около 10 км, с востока на запад около 4 км. Гора сложена мощной толщей известняков верхов сарматского яруса неогена с маломощными прослоями песчаников и глин, мощность этих пород более 200 м. Подстилаются толщей глин

низов сарматского яруса, в пределах города эти глины не выходят. Склоны хребта осложняются останцами хазарских террас плейстоцена.

Климат района умеренный, переходный к средиземноморскому. Годовое количество осадков около 400 мм, максимум приходится на осень. Средняя температура $+13^{\circ}$. Температура самого холодного месяца выше $+2^{\circ}$, температура самого теплого выше $+21^{\circ}$. Характерна относительно поздняя весна, по сравнению с лежащими севернее частями Приморской равнины. Максимум осадков приходится на осень, минимум на весну. Большую роль играет орографический фактор и на наветренных (с северо-востока и севера) склонах количество осадков вверх по склонам быстро возрастает. Это проявляется в частности по изменению почвенно-растительного покрова. Когда на низменности развиты сухие степи на светло-каштановых почвах, а выше 300 м они сменяются широколиственными дубовыми лесами на коричневых почвах, выше 600 м могут развиваться буково-грабовые леса на бурых лесных почвах.

Город омывается водами Каспийского моря, которая представлена Дербентской котловиной глубиной до 800 м. Непосредственно береговая часть представлена преимущественно скалистыми породами – известняками с маломощным чехлом песка. Далее в море относительно быстро обрывается уступами до глубины около 10 м. Береговая линия в целом прямая осложнена небольшими мысами в районах выхода скал. В северной части расположен относительно крупный скальный выход, ранее образывавший остров, в настоящее время соединен с сушей.

В геологическом отношении г. Дербент расположен в южной части области Предгорного Дагестана. Область представляет собой систему антиклиналей и синклиналей, вытянутых с северо-запада на юго-восток (вдоль берега Каспийского моря). Непосредственно Дербент расположен в зоне перехода от Восточной антиклинальной зоны к лежащей в пределах акватории Морской антиклинальной зоны. Восточная антиклинальная зона представлена с севера на юг Огнинской, далее Рукельской, далее Хошмензильской антиклиналями. Своды Огнинской и Хошмензильской антиклиналей размыты и в них выходят отложения вплоть до палеогена. Свод Рукельской антиклинали хорошо сохранился и представлен в рельефе возвышенностью где в осевой части находится село Рукель. Свод антиклинали сложен мощными толщами песчаников миоцена (чокракский - караганский ярус). Восточное крыло антиклинали под углами до 15° погружается на восток. Крыло сложено толщей сарматских глин в нижней части и мощной толщей сарматских известняков в верхней части. Сохранившаяся часть крыла представлена хребтом-горой Джалган. Далее на восток по системе разрывных нарушений антиклиналь переходит в Дербентскую структурную террасу, которая характеризуется горизонтальным залеганием пород. Восточный край террасы уходит в море и вероятно соотносится со структурами Морской антиклинальной зоны. С поверхности эта терраса и Джалган сложены преимущественно известняками верхнего сармата. Мощность известняков более 300 м. известняки разделены маломощными прослоями глин.

Анализ геологического строения, геоморфологии, гидрогеологических условий территории, характера протекающих в районе экзогенных геологических процессов, позволил сделать некоторый вывод о возможных проявлениях опасных геологических процессов на данной территории, а также и селевой опасности.

Учитывая вышеизложенное, нами было проведено инженерно-геологическое обследование территории городского округа г. Дербент на предмет селевой опасности, в частности маршрутное обследование территории, с целью определения как природных, так и техногенных условий, способствующих развитию селевых процессов, включающее в себя: изучение морфологии склонов; развития линейных эрозионных форм (оврагов, промоин и т.д.); выявление потенциальных очагов селеобразования; изучение особенностей распространения селевых потоков внутри городской черты; развития оползней на склонах; обследование влияния антропогенного фактора на участках потенциального развития селевых процессов.

Объектом обследования являлись селевые бассейны, которые прорезают гору Джалган с запада на восток 6 крупными сухими долинами – балками (рис. 2). Катастрофический сель 2012 года сошел по балке 2.



Рис. 2. Джалган и селеопасные балки

Балки имеют древовидный характер притоков и быстро сужаются вниз к зоне восточного обрывистого края г. Джалган. В этой зоне балки имеют характер глубоко врезанных ущелий глубиной 50-70 м. Балки имеют различную площадь водосборных бассейнов (табл.1).

Таблица 1.

| Площади селеобразующих бассейнов г. Джалган | |
|---|------------------------------------|
| Номера балок | Площадь водосбора балок в гектарах |
| 1 | 181 га |
| 2 | 251 га |
| 3 | 102 га |
| 4 | 247 га |
| 5 | 368 га |
| 6 | 279 га |

Склоны балок резко отличаются по покрытию их растительностью. На оголенных склонах ливневые осадки способствуют формированию обильного стока по тальвегу балок, что приводит к возможности передвижения крупнообломочного материала слагающего днища и дно балок. В наибольшей степени это актуально для балок 1 и 2.

Анализ геоморфологии района.

Поверхностные отложения на склонах горы Джалган сформированы обломками известняков, залегающих в песчано-глинистом субстрате, которые формируются за счет выветривания коренных пород горы. Также определенное значение приобретают тектонические подвижки и сейсмические процессы, создающие локальные участки аномальной мощности грубообломочных пород (Овсюченко и др., 2019). Все исследованные породы не окатанные и представляют собой коллювий известняков.

Восточные склоны горы в определенной степени сформированы серией морских террас различных плейстоценовых (преимущественно хазарского времени) бассейнов Каспия (Федоров, 1957). Наиболее широко развиты террасы в районе балок 1 и 2 (рис. 3).



Рис. 3. Участок развития морских террас на северо-восточном склоне г.Джалган

Здесь четко обособляется обширный останец террас на высотах от +80 до +180 м протягивающийся на 4 км на северо-запад от цитадели Нарын-Кала, которая также находится на сильно разрушенном останце морской террасы.

Морские террасы сложены толщей рыхлых отложений, преимущественно суглинков и супесей. Мощность отложений до 20 м. Грубообломочный материал занимает резко подчиненное положение. При этом в основании террасовых отложений залегают мощные толщи склоновых отложений с грубообломочным материалом.

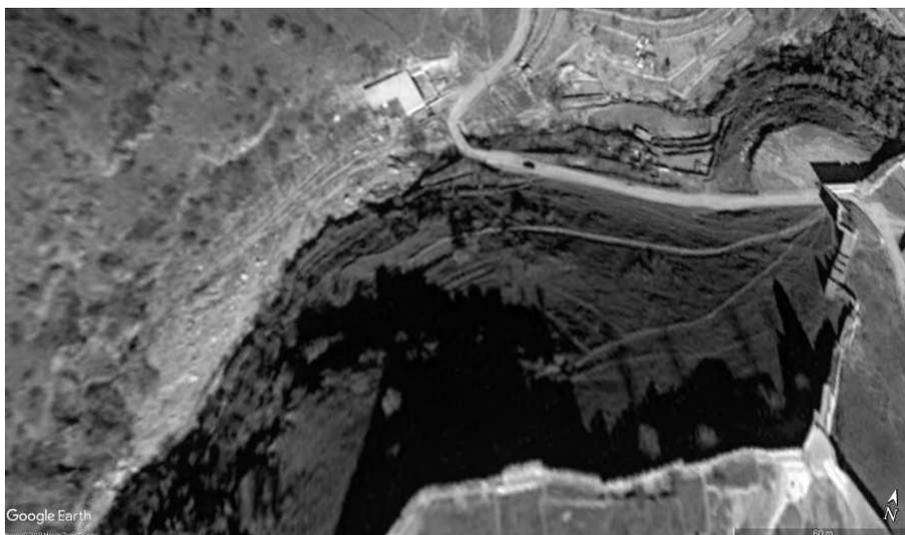
Все исследованные средние и верхние части бассейнов балок покрыты склоновыми отложениями с крупнообломочным материалом. Однако эти территории покрыты мощными лесами, корневая система которых практически исключает перемещение крупнообломочного материала. Следует отметить, что грубообломочным материалом сложены русла всех исследованных балок практически на всем простирании. Исключение составляют участки прохождения балок по скалам. Однако такие скальные участки имеют ограниченное распространение, и в целом приурочены к зоне перехода от горы к равнине для балок 4, 5, 6.

В балке 2, непосредственно к северу от Цитадели обнаружен факт перегораживания русла за счет антропогенного переноса и накопления значительного количества строительного мусора, грубообломочных материалов и т.д. Мощность таких накоплений на август 2019 года превысила 5 м. Анализ космоснимков разных лет показывает, что подобные накопления вероятно и привели к образованию подпруды выше по долине балки, что в дальнейшем привело к ее прорыву (в октябре 2012), размыву этих отложений и развитию ниже по балке селевого потока.



Засыпка тальвега балки и разбивка на нем сада.

Рис. 4. Космоснимок балка 2 к северу от цитадели 28 июля 2012 г.



Селевой поток полностью смывает насыпь с деревьями в тальвеге балки.
Рис. 5. Космоснимок балка 2 к северу от цитадели 18 марта 2014 г.



Повторная засыпка тальвега балки. Формирование нового селеопасного очага.
Рис. 6. Космоснимок балка 2 к северу от цитадели 19 сентября 2019 г.

Также исследованы отложения на равнине ниже зоны выходов балок вплоть до уреза моря. Непосредственно участки выхода балок на равнины представляют собой селевые конусы выноса, сложенные толщами грубообломочного материала. Поверхности конусов полого радиально понижаются. Следует отметить, что четко выраженных эрозионных врезов, пересекающих конуса не выявлены. Врезы, занимающие дно балок быстро выполаживаются при переходе на конусы выноса. Наиболее контрастно это выражено для конуса выноса балки 4.

Вниз на равнине широко распространены отложения селевых наносов, выходящих из балок. В частности, подобные отложения вскрываются вдоль инженерных сооружений, проложенных вдоль северной оборонительной стены Дербента, в районе селепропускного канала. Мощность отложений превышает 10 м. При археологических раскопках в разных участках равнинной части Дербента часто фиксируются слои грубообломочного материала, в том числе перекрывающие культурные слои последних двух тысяч лет. Это свидетельствует о значительной интенсивности селевых процессов за время существования города. При этом вероятно активизация селевых процессов и в прошлом могла быть связана с антропогенным воздействием, в частности с массовой вырубкой леса на склонах горы Джалган.

Анализ метеоданных.

Метеостанция Дербент расположена в приморской зоне города, по существующим данным климатические особенности на ней существенно отличаются от особенностей в горной части горы Джалган, в пределах селеопасных очагов. В частности, в приморской части ландшафтами являются сухие степи, а верхняя часть горы занята широколиственными, преимущественно дубовыми лесами. Соответственно количество осадков в горной части может достигать 500-550 мм, тогда как для метеостанции среднегодовое количество 355 мм.

В период развития селя (октябрь 2012 г) по данным гидрометеостанции Дербент в этом районе выпало 87 мм осадков. Максимальным по количеству осадков за месяц, на этой же станции был сентябрь 2009 г. когда выпало 292 мм осадков. Соответственно максимальное месячное количество осадков составляет более 330% от количества осадков, вызвавших катастрофический селя в 2012 г. более 204 мм осадков, также отмечалось в октябре 2016 г. Необходимо также отметить, что за последние 13 лет ежемесячная сумма осадков неоднократно превышала 80 мм, то есть была сопоставимой либо значительно превышала количество осадков, связанное с развитием селя в 2012 г. При этом сильные осадки вызывают затопления различных участков города, например, в сентябре 2009 года. По нашим данным наибольшему затоплению подвергались участки в нижней части города, в том числе примыкающие к насыпи железной дороги. Важным является установление механизмов, почему осадки существенно превышавшие (в 2-3 раза) в другие годы не привели к образованию катастрофического селя, а относительные небольшие осадки октября 2012 года привели. На наш взгляд в образование катастрофического селя 2012г решающее воздействие имел антропогенный фактор.

Развитие интенсивных осадков в различных частях Кавказа обусловлено специфической конфигурацией воздушных масс и общей циркуляцией атмосферы над обширными регионами Евразии и прилегающих океанов. В частности, развитие селевого процесса в октябре 2012 г и в ряде других периодов произошло при конфигурации процессов в атмосфере, показанной на рис.7. Экстремальные осадки сентября 2010 г происходили при схожей модели, объединенной в группу меридиональной северной группы циркуляции (Кононова, 2012). Однотипность в развитии опасных процессов в регионе может позволить при складывании неблагоприятной метеорологической обстановке реализовать комплекс мероприятий, направленный на снижение негативного ущерба от развития селевых явлений и затоплений территории города.

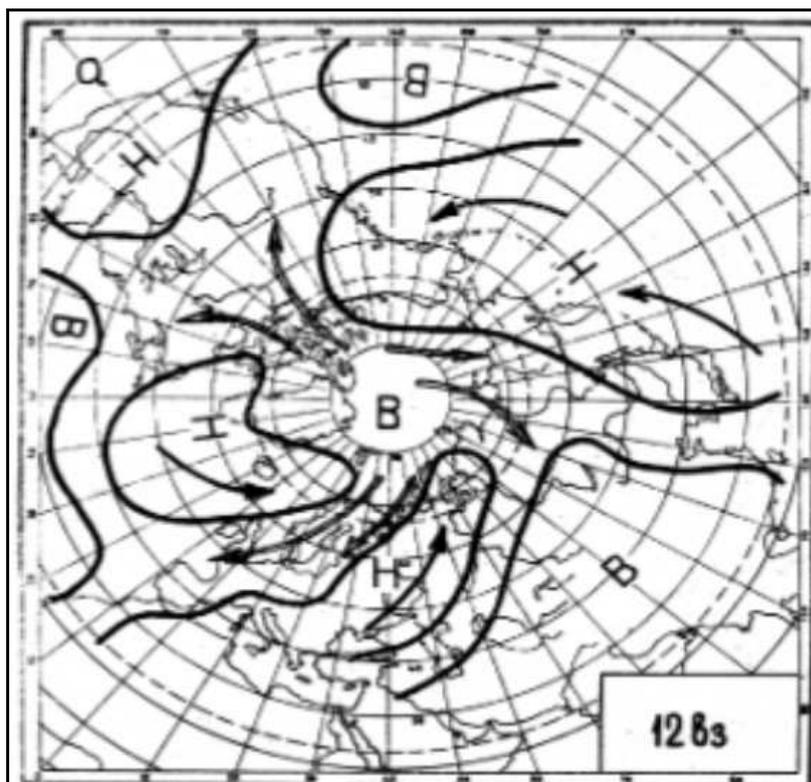


Рис. 7. Элементарный циркуляционный механизм. Октябрь 2012г. (Кононова, 2012).

Детальное обследование исследуемой территории и соответствующий анализ позволил сделать следующее предположение.

В створе балки 2, по которой сошел сель, непосредственно к северо-западу от Цитадели, обнаружено перекрытие створа искусственной насыпью высотой до 5 метров, полностью перекрывающее тальвег балки и препятствующее прохождению по балке водного стока. Насыпь сложена из рыхлого материала с большим количеством обломков и глыб каменного материала, а также строительного мусора.

Образовавшаяся таким образом искусственная запруда позволила, даже при среднем количестве осадков (порядка 50 мм за сутки), накопить достаточно большой объем воды прорыв которой привел к катастрофической ситуации, что и послужило причиной образования селевого потока.

По итогам изучения селеопасных склонов и балок можно сделать следующие выводы:

- склоны горы Джалган покрыты практически сплошным чехлом рыхлого материала с крупными обломками. На обширных участках имеются условия для потенциального образования селей;

- на участках естественной лесной растительности развиты только относительно крупные линейные эрозионные формы (промоины), что связано с тем, что значительная часть осадков задерживается растительностью и не участвует в формировании поверхностного стока. Также корневая система деревьев препятствует миграции крупнообломочного материала;

- на оголенных участках, в частности на склонах балки 2 в районе Цитадели и северной оборонительной стены, подавляющая часть атмосферных осадков быстро стекает в тальвег балки. Исключением являются террасированные участки, которые перехватывают большую часть стока. Усиливает скорость стока ливневых осадков и крутизна склонов, в частности в районе данного участка она превышает 30° ;

- вдоль всех исследованных грунтовых автодорог формируются эрозионные врезы и вероятно именно по ним осуществляется значительная часть сброса ливневых осадков со склонов в балки;

- селеопасный период для обследованной территории, по количеству выпадающих осадков, приходится на сентябрь-ноябрь, когда при выпадении интенсивных осадков, способствующих быстрому формированию паводков. Основными факторами, определяющими объем паводкового стока и величину максимального расхода воды, является интенсивность и слой выпавших осадков, а также величина предшествующего увлажнения бассейна. Значительные уклоны склонов выше 15° и русел балок способствуют формированию бурных паводков. Подъем уровней происходит интенсивно, при выдающихся паводках в течение нескольких минут, спад замедленный и растянут в зависимости от величины паводка на несколько часов. Кроме этого немаловажную роль играет и антропогенный фактор, который вызывает формирование селя или его активизацию;

- воздействие хозяйственной деятельности на ход селевых процессов носит разнообразный характер. Одним из способов воздействия на усиление селевой опасности является возникновение искусственных очагов зарождения селей вследствие складирования отвалов горнодобывающих предприятий, дорожных и других строительных работ, нарушающих равновесие чехла покровных отложений на склонах. Крутые откосы отвалов образуют массу рыхлой породы, которая при обводнении начинает оползать и размываться, давая начало селевому потоку. Еще одной причиной является искусственное перегораживание тальвегов балок, которые подавляющую часть времени представляют собой суходолы. Например, непосредственной причиной зарождения селевого потока в октябре 2012 г. являлась засыпка дна балки 2 и образование выше подпрудного озера, прорыв которого и привел к развитию селевого потока. Важнейшим фактором активизации селей является вырубка леса на склонах, в том числе при распашке, строительстве дорог, вырубке вдоль ЛЭП и др.

Для снижения ущерба от селевых процессов нами предложен ряд мероприятий.

1. С целью обеспечения постоянного контроля, за ситуацией в опасной для селеобразования зоне, необходимо установить системы мониторинга в балке 2. Система должна представлять собой два или три пункта наблюдения (рис.8), что позволит полностью контролировать опасный участок.

Первый пункт наблюдения необходимо установить на пересечении тальвега балки с грунтовой дорогой от восточных ворот Цитадели. Здесь также рекомендуется провести инженерно-строительные работы по сооружению бетонного лотка, сечение 2×3 м, что позволит свободно проходить дождевым стокам по тальвегу балки, не создавая запрудные сооружения. В случае создания небольших запруд вероятно их быстрое засорение за счет поступления веток и растительности с паводковыми водами.

Второй пункт наблюдения - в районе моста пересекающего местную автодорогу, ведущую к воротам северной стены. Этот пункт расположен примерно в 450 м. ниже по течению балки и соответствующий контроль необходим, поскольку прилегающая территория состоит из ряда крупных боковых оврагов, что существенно увеличивает потенциально опасную селегенерирующую площадь.

Третий пункт в районе пересечения тальвега балки с федеральной автодорогой Кавказ.

Для снижения селевой опасности необходимо запланировать создание селеулавливающих плотин или плотины в балке 2 выше зоны пересечения с федеральной автодорогой. Параметры этих сооружений должны быть установлены по итогам специальных исследований.

2. Необходимо провести районирование территории города на предмет опасности развития затоплений и схода селей.

3. Обеспечить свободный пропуск ливневых и селевых масс по балке 2 и далее вплоть до моря в целом по предлагаемой трассе (рисунки 8).



Рис. 8. Район выхода балки 2 на равнины и объекты мониторинга и пропуска селевых вод.

4. Разработать проект селеулавливающих плотин или плотины для балки 2 в целом на створах, показанных на рисунке 8. Конструктивные особенности селеулавливающих сооружений должны быть установлены в ходе специализированных дополнительных исследований.

5. Обеспечить сбор метеоданных непосредственно на территории горы Джалган, включая установку нескольких цифровых метеостанций. Также важно обеспечивать системы оперативного мониторинга за состоянием балок на предмет обнаружения в них потенциально селеобразующих запруд. Мониторинг может осуществляться коптером с системой подсветки и возможностью полета в неблагоприятных метеоусловиях, например, при сильном дожде и в ночное время.

Литература

1. Идрисов И.А., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Особенности распространения и развития крупных оползней Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2013. № 62. С. 96-100.
2. Кадастр селевой опасности юга Европейской части России. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гедуева М.М., Перов В.Ф., Разумов В.В., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. Москва-Нальчик, 2015. 148с.
3. Кононова Н.К. Циркуляция атмосферы как фактор стихийных бедствий на Северном Кавказе в XXI веке //Геополитика и экогеодинамика регионов. Т.8. №1-2. 2012. С.72-103.
4. Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Рогожин Е.А. Предварительные результаты исследований активных разломов и следов сильных палеоземлетрясений в районе г. Дербент. В сборнике: Проблемы тектоники континентов и океанов. Материалы LI Тектонического совещания. М., 2019. С.92-95.
5. Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. Труды ГИН: Вып.10. М., 1957. 298с.

УДК 504.064

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-100-104

РОЛЬ МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЗИЛ-ДЕРЕ В СОВРЕМЕННОМ
ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ
САМУРСКОГО БАССЕЙНА (ДАГЕСТАН)

Айтеков М.-П. Б.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Обсуждается роль месторождения Кизил-Дере в современном экологическом состоянии водной среды Самурского бассейна (Дагестан). Предлагаются меры по рассредоточению экологической нагрузки на поверхностные воды.

Ключевые слова: экологическое состояние, поверхностные воды, экологическая нагрузка, отвальные породы.

THE ROLE OF COPPER SULPHIDE DEPOSIT KIZIL-DERE IN THE MODERN ECOLOGICAL
STATE OF THE WATER ENVIRONMENT
OF SAMURA POOL (DAGESTAN)

Aytekov M.-P.B.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

The role of the Kizil-Dere deposit in the current ecological state by the wave of the environment of the Samur basin (Dagestan) is discussed. Measures to disperse the environmental load on surface waters are proposed.

words: ecological state, surface water, ecological load, dump rocks.

*Гераклит утверждал, что в одну реку
нельзя вступить дважды.*

*Современные экологи утверждают, что
есть реки, в которые нельзя вступить и раза.*

Евгений Кащеев

Важность проблемы экологического состояния поверхностных вод было отмечено в декабре 2016 года президентом России В.Путиным на заседании Госсовета. Он выразил обеспокоенность значительным загрязнением поверхностных вод в России до степени «грязные и экстремально грязные». Он отметил также о повсеместном сохранении в регионах тенденции к ухудшению состояния почвенного покрова [1].

Состоянием поверхностных вод бассейна реки Самур (Южный Дагестан) после завершения геологоразведочных работ на медно-колчеданном месторождении Кизил-Дере (1983 г.) озабочены как экологи, так и местное население. В нарушение Статьи №26 Закона Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 05.04.2016) «О недрах» вот уже более трёх десятилетий водный бассейн является экологически неблагополучным. На экологическую реабилитацию водных объектов исследуемого района вселяет надежду то, что согласно государственной программе развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года Министерства регионального развития Российской Федерации разработка месторождения Кизил-Дере начнётся в ближайшей перспективе.

Геологоразведочные работы на месторождении начались в 1964 году. За весь период проведения основных и вспомогательных горнопроходческих работ было пройдено общей протяжённостью 18 километров горизонтальных штолен и множество подземных скважин для оконтуривания рудных тел.

На рис.1 изображены отвалы штолен №№ 1,3,8 (показаны удлинёнными стрелками) и слив штольневых и рудничных вод из штольни № 8 (показан короткой стрелкой).

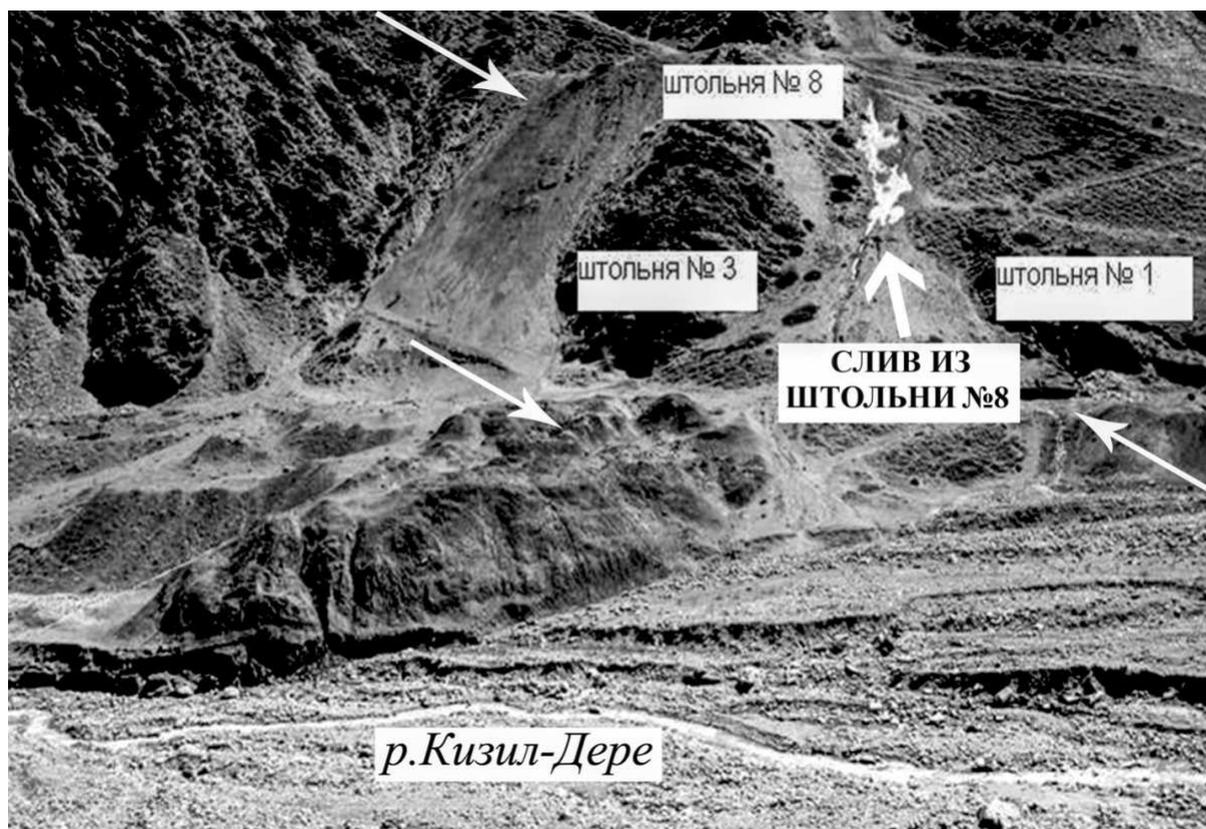


Рис.1. Фрагмент изображения правобережного склона р. Кизил-Дере.

Ухудшение экологического состояния водной среды района началось с появлением первых отвалов проходческих работ на месторождении, которые долгие годы являлись основным источником загрязнения бассейна реки Самур. Является ли месторождение Кизил-Дере таковым и на сегодняшний день? Автор попытался ответить на этот вопрос. Ещё до постановки этой задачи первые его работы [2,3] были посвящены вопросам радиогеохимии месторождения.

Сравнение результатов проведённого нами химического анализа проб воды р. Кизил-Дере (табл.1) с ранее опубликованным аналогичным материалом [4] по Самурскому водному бассейну (табл.2) показывает существенную разницу, оставаясь в обоих случаях намного ниже значений ПДК. В более ранней работе [5] отмечено превышение ПДК в 1,5—3 раза таких опасных для жизнедеятельности человека элементов как цинк, никель, бериллий и другие металлы в воде р. Ахтычай и её притоках, используемой местным населением как питьевая. Сопоставление данных работы [5] с (табл.1) показывает некоторое уменьшение в настоящее время концентраций вредных выбросов в водную среду по главным рудообразующим элементам месторождения Кизил-Дере.

Таблица 1

Результаты анализов воды р. Кизил-Дере (июль 2019 г.)

| Компоненты | проба 1 | проба 2 | ПДК, мг/л |
|------------|------------------|---------|-----------|
| | Содержание, мг/л | | |
| Натрий | 16,2 | 21,5 | 200 |
| Магний | 15,2 | 15,8 | 50 |
| Кальций | 55,0 | 72,0 | |
| Железо | 0,04 | 0,05 | 0,3 |
| Медь | 0,001 | 0,001 | 1,0 |
| Цинк | 0,006 | 0,008 | 5,0 |

| | | | |
|---------------------|-------|-------|------|
| Фториды | 0,2 | 0,3 | 1,5 |
| Хлориды | 1,2 | 4,1 | 350 |
| Нитраты | 32,0 | 8,3 | 45 |
| Сульфаты | 93,2 | 109,0 | 500 |
| Бикарбонаты | 134,2 | 201,3 | |
| Общая жёсткость | 4,0 | 4,9 | 7 |
| Минерализация, мг/л | 347,2 | 432,3 | 1000 |
| pH | 7,8 | 7,4 | 9 |

проба 1 - выше по течению от месторождения

проба 2 – ниже по течению от месторождения

Таблица 2

Результаты анализов вод р.Самур и р. Ахтычай (июль 2014г.)

| Проба | Содержание, мг/л | | | | | | | | | | | Жесткость | Еh,мв |
|-------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------|-------|
| | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | F ⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₂ ⁻ | SO ₄ ⁻² | HCO ₃ ⁻ | Минерализация | | |
| 13 | 58,0 | 0,1 | 22,0 | 2,4 | 0,21 | 0,45 | 1,44 | 0,47 | 27,8 | 195,2 | 307,6 | 1,3 | 16,0 |
| 14 | 54,0 | 0,2 | 22,0 | 2,4 | 0,24 | 0,86 | 1,18 | 0,36 | 28,8 | 183,0 | 293,3 | 1,3 | 17,5 |
| 15 | 54,1 | 0,2 | 44,0 | 3,6 | 0,16 | 1,8 | 1,6 | 0,14 | 65,9 | 207,4 | 378,4 | 2,5 | 8,0 |
| 16 | 50,0 | 0,1 | 22,0 | 2,4 | 0,05 | 0,45 | 0,03 | 0,47 | 31,6 | 170,8 | 277,3 | 1,3 | 4,0 |
| 17 | 69,3 | 0,2 | 30,0 | 3,6 | 0,02 | 0,94 | 1,3 | 0,84 | 46,8 | 231,8 | 384,0 | 1,8 | 8,0 |

| Содержание, мг/л | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------------------|-----------------|-------|-------------------|---------------|--------|-----|--|
| Проба | Cd ⁺² | Mn ⁺² | Pb ⁺² | Si | NH ₄ ⁺ | Li ⁺ | J | Fe _{общ} | Нефтепродукты | Фенолы | pH | |
| 13 | 0,0003 | 0,002 | 0,002 | 10,7 | 0,128 | 0,021 | 0,061 | 0,014 | 0,005 | 0,028 | 6,8 | |
| 14 | 0,0002 | 0,001 | 0,003 | 11,5 | 0,148 | 0,019 | 0,092 | 0,012 | 0,007 | 0,029 | 6,6 | |
| 15 | 0,0002 | 0,001 | 0,001 | 12,4 | 0,230 | 0,0201 | 0,091 | 0,016 | 0,006 | 0,027 | 7,4 | |
| 16 | 0,0001 | 0,002 | 0,002 | 9,95 | 1,22 | 0,022 | 0,083 | 0,020 | 0,006 | 0,019 | 6,9 | |
| 17 | 0,0003 | 0,004 | 0,001 | 10,2 | 0,168 | 0,015 | 0,048 | 0,014 | 0,004 | 0,018 | 7,7 | |

Недостаточное количество определений, представленных в таблице 1, не даёт возможности в полном объёме показать вклад в загрязнение поверхностных вод бассейна р.Самур основными рудообразующими элементами (медь, цинк, свинец, кобальт) и их соединениями месторождения. Главный рудообразующий элемент медь имеет фоновое содержание как выше по течению р. Кизил-Дере от месторождения, так и ниже. Незначительный рост минерализации(табл.1.) указывает на то, что в воды реки попадают растворимые соли, что влечёт за собой сдвиг pH в кислую сторону. Некоторое увеличение общей жёсткости (табл.1, проба 2) также, видимо, вызвано попаданием в воду растворимых солей (хлоридов, сульфатов и бикарбонатов)

кальция и магния. Вода реки Кизил-Дере классифицируется как средней жёсткости. Отбор проб воды проводился по схеме, изображённой на рис.2.



Рис. 2. Схема отбора проб воды на р.р. Самур, Ахтычай и Кизил-Дере (по Ш. Самедову с дополнениями автора).

На фоне некоторого спада загрязнённости водной среды Самурского бассейна, связанного с месторождением, имеет место обоснованное утверждение некоторых авторов [6,7] об ухудшении качества воды р.Самур. Отмечается, что «в отвальных породах идёт активизация окислительно-восстановительных процессов, а в ходе выщелачивания отвалов атмосферными осадками тяжёлые металлы в виде купоросов попадают в водные системы. В настоящий период в водоохранной зоне реки Кизил-Дере масса остаточного содержания отвальных пород оценивается примерно 28 тыс. т.» [6]. Происходит также смыв паводковыми водами окисленных проходческих пород с высоким содержанием ионов тяжёлых металлов.

Мы видим, что основную проблему по загрязнению водной среды Самурского бассейна создают отвалы проходческих работ месторождения. Автор считает обязательным проведение рекультивационных работ на площади месторождения Кизил-Дере с вывозом отвальных пород с последующим их использованием для строительства и ремонта грунтовых дорог. Это позволит рассредоточить экологическую нагрузку от массива отвальных пород. Пространственное размещение отвальных пород (с целью снижения в них концентраций вредных для местного населения компонентов и их соединений) в качестве искусственного грунта на вновь строящихся и использования их для ремонта действующих грунтовых дорог в рассматриваемом районе позволит снять проблему георисков на окружающую среду. Для этих целей породы отвалов подходят под классификацию «щебень», - материал, получаемый в результате дробления горных пород. Первичное уплотнение грунтов целесообразно проводить способом укатки весной или осенью, когда относительная влажность воздуха выше, чем в летнее время. Это будет способствовать более лучшему уплотнению грунта. Грунтоуплотняющая техника выбирается с учётом маневренности для сложных горных условий.

Наряду с проблемой загрязнения поверхностных вод антропогенного характера в исследуемом районе существует проблема и природного характера. Высокая сейсмическая активность Большого Кавказа, где расположено месторождение Кизил-Дере, сопряжена с георисками природного генезиса, создавая угрозу не только собственно подземными толчками и колебаниями земной поверхности, но и возможными разрушениями конструкций месторождения с непредсказуемыми последствиями для местного населения и окружающей среды в случае сильных землетрясений.

Выводы

1. Концентрация главного рудообразующего элемента меди в воде р. Кизил-Дере имеет фоновое содержание как выше по течению реки от месторождения, так и ниже (табл.1). Концентрации остальных компонентов существенно ниже соответствующих значений ПДК (табл.1 и 2).

2. В целях рассредоточения экологической нагрузки и ликвидации концентраций вредных для окружающей среды компонентов и их соединений необходимо проведение рекультивационных работ на площади месторождения Кизил-Дере с вывозом отвальных пород с последующим их использованием для строительства и ремонта грунтовых дорог в рассматриваемом районе. В противном случае, как полагает автор, в ближайшие десятилетия невозможна реализация самовосстановительного потенциала Самурского водного бассейна из-за источника загрязнений водной среды.

Литература

1. [1. http://www.vedomosti.ru/politics/news/2016/12/27/671437-pitevoi-vodoi-ne-obespecheni-rossiyan](http://www.vedomosti.ru/politics/news/2016/12/27/671437-pitevoi-vodoi-ne-obespecheni-rossiyan).
2. Айтеков М-П.Б. Интерпретация гамма-каротажных диаграмм на основе радиогеохимического изучения керна скважин месторождения Кизил-Дере //Тезисы докладов Международной научной конференции «Достижения и современные проблемы развития науки в Дагестане (Естественные науки)». Махачкала, 21-25 мая 1999 – С. 328-329.
3. Айтеков М-П.Б. Информативность индикаторных количеств урана и тория при изучении процессов рудообразования (на примере медно-колчеданного месторождения Кизил-Дере) //Сборник материалов научно-практической конференции ИГ ДНЦ РАН «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Восточного Кавказа и прилегающей акватории Каспия», вып.47. Махачкала, 2001г., С. 13-14.
4. Самедов Ш.Г., Ибрагимов Т.И. Оценка качества водных ресурсов бассейна реки Самур //Водное хозяйство России. 2014. № 4. С. 4-16.
5. Газалиев И.М., Дибиров Д.А. Геоэкологические проблемы Дагестана //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2006. №50. С. 172-175.
6. Богуш И.А., Черкашин В.И., Юсупов А.Р. Экологические риски горнорудного техногенеза Карачаево-Черкессии и Дагестана //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. №66. С. 6-18.
7. Газалиев И.М., Гуруев М.А., Мацапулин В.У. Экологические проблемы разработки месторождения Кизил-Дере //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2011. №57. С. 208-212.

УДК 631.48

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-105-114

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ДАГЕСТАНА И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Залибеков З.Г.**Институт геологии ДФИЦ РАН*

Современное состояние почвенных ресурсов Дагестана рассматривается с позиции оценки ресурсо-ведческого их потенциала, как источника производства биологической продукции и регулятора содержания биофильных элементов в атмосфере, литосфере, гидросфере. Анализ состояния почв и их ресурсов показывает, что при обоснованном подходе с учетом состава и свойств почв, представляется возможность дополнительного освоения в земледелии – проведением рассолительных, оросительных мелиораций до 100 тыс.га; повышением плодородия низкопродуктивных почв – 200 тыс.га. Основные резервы повышения потенциальной продуктивности почв в современных условиях – внесение элементов минерального питания, мелиорация почв и разработка научных основ увеличения коэффициента фотосинтетической активности растений (ФАР).

Ключевые слова: почвенная карта, ресурсы, природные зоны, биологическая продуктивность, плодородие, коэффициент ФАР, функционирующая площадь, свойств почв, мониторинг.

ON THE CURRENT STATE OF SOIL RESOURCES OF DAGESTAN AND PROBLEMS OF THEIR RATIONAL USE

*Zalibekov Z.G.**Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS*

The current state of the soil resources of Dagestan is considered from the position of assessing their resource potential as a source of production of biological products and a regulator of the content of biophilic elements in the atmosphere, lithosphere, hydrosphere. Analysis of the state of soils and their resources shows that with a reasonable approach, taking into account the composition and properties of soils, it is possible to further develop in agriculture-carrying out brine, irrigation reclamation up to 100 thousand hectares; increasing the fertility of low-yielding soils-200 thousand hectares. The main reserves for increasing the potential productivity of soils in modern conditions are the introduction of elements of mineral nutrition, soil reclamation and the development of scientific bases for increasing the coefficient of photo-synthetic activity of plants (FAR).

Keywords: soil map, resources, natural zones, biological productivity, fertility, PHAR coefficient, functioning area, soil properties, monitoring.

Выявление изменений происходящих в состоянии почвенного покрова и его ресурсо-ведческого потенциала рассматривается как биологическая, комплексная, междисциплинарная проблема, возникшая на стыке биологических, географических, социально-экономических направлений. Это связано с тем, что почвенный покров, как объект многопланового использования, в различных отраслях народного хозяйства является источником производства биологической продукции и регулятором процессов происходящих в биологическом круговороте веществ. В тоже время, почвы характеризуются ограниченностью ресурсо-ведческого потенциала с тенденцией формирования отрицательного баланса, между величиной отчуждаемой и синтезируемой массы органического вещества.

Главным фактором формирования негативных процессов является отсутствие научного подхода в осуществлении хозяйственной деятельности человека, направленного на максимальное извлечение сырьевых, пищевых, кормовых ресурсов. Учитывая ограниченность площадей плодородных почв - с одной стороны и растущих потребностей общества в продовольствии и в отводимой территории, - с другой представляющей жизненное пространство для человека, необходимо выявить современное состояние почв их ресурсов и перспектив расширения в условиях разных форм землепользования [1,4].

Представленная почвенная карта Дагестана (рис.1.) иллюстрирует наличие возможностей расширения пахотных угодий за счет освоения каштановых почв предгорий и горно-долинных луговых почв на площади 50 тыс.га. Важное значение имеет так же вовлечение в хозяйственный оборот заброшенных террасовых почв горного Дагестана. Площадь их составляет 30 тыс.га. и находится в состоянии деградации и разрушения. Из луговых карбонатных (незасоленных) почв в равнинной зоне (дельта Терека, Терско-Сулакская низменность) для нового освоения выделяются земли, прилегающие к Юзбашской и Новотеречной системам в ограниченных размерах. Значительные резервы можно вовлечь восстановлением мелиорированных земель, где дренажные системы не функционируют, а почвенный покров находится на стадии естественного восстановления плодородия.

Ресурсы почвенного покрова оцениваются так же повышением плодородия низкопродуктивных почв, используемых в сельскохозяйственных районах. По неполным данным низкопродуктивные (низкоурожайные) площади занимают до 20% пахотных угодий, находившихся в конце XX века в стадии средней степени ухудшения. Восстановление их связано с применением зонального фона минеральных и органических удобрений. Современное состояние почвенных ресурсов и возникшая необходимость в создании продовольственной безопасности – выдвигают проблему перед землепользователями и землевладельцами, пересмотреть структуру земельных угодий в направлении использования потенциальных возможностей вертикального (профильного) учета физико-химических свойств в качестве информации раскрывающей ресурсоведческий потенциал компонентов почвенной среды.

В целом, для освоения под сельскохозяйственные культуры рекомендуется дополнительно выделить - 100 тыс. га. Существующее разнообразие землепользования – кооперативное, частное, государственное, арендное дает возможность выбрать приемлемый вариант в зависимости от природных условий. Наиболее оптимальным является кооперативная форма землепользования, в ведении которой находится более 60% земельных угодий. Поэтому почвенные ресурсы принадлежат владельцам, арендаторам, муниципальным, государственным учреждениям и производственным коллективам. Современное состояние площадей почвенных ресурсов дифференцируется по природным зонам (Табл.1.); где максимальная площадь освоенных земель приходится к равнинной зоне.

Здесь распространены наиболее плодородные почвы, где ресурсоведческий потенциал ограничивается влиянием вторичного засоления, повышением минерализации грунтовых вод и медленным падением глубины их залегания. Общая тенденция эволюции почв – аридизация, засоление, опустынивание;

Предгорная зона характеризуется развитием эрозионных процессов и в большинстве случаев установившееся равновесие отражается в состоянии развитии бурых лесных и коричневых почв, сухих лесов и кустарников [7,18].

Горная зона отличается значительным разнообразием почв и повсеместным проявлением природной, антропогенной эрозии, в сочетании с геологическими процессами, оползнями, селевыми потоками, денудацией и др. Ограниченность территории по площадям – с одной стороны, увеличение численности населения и изымаемой биопродукции – с другой, указывают на обоснованность поисков земельных территорий и возможностей для освоения эродированных, засоленных земель [5, 6].

Результаты и обсуждение

Общая земельная территория Дагестана составляет 5,03 млн.га, функционирующая площадь, обладающая биологической продуктивностью, включая лесные массивы – 4,13 млн.га. Значительную долю территории республики занимает техногенный покров (техносфера) – 0,78 млн. га, представляющая земли занятые строительными, жилищными, промышленными, городскими, рекреационными объектами и разработками полезных ископаемых (табл. 2).

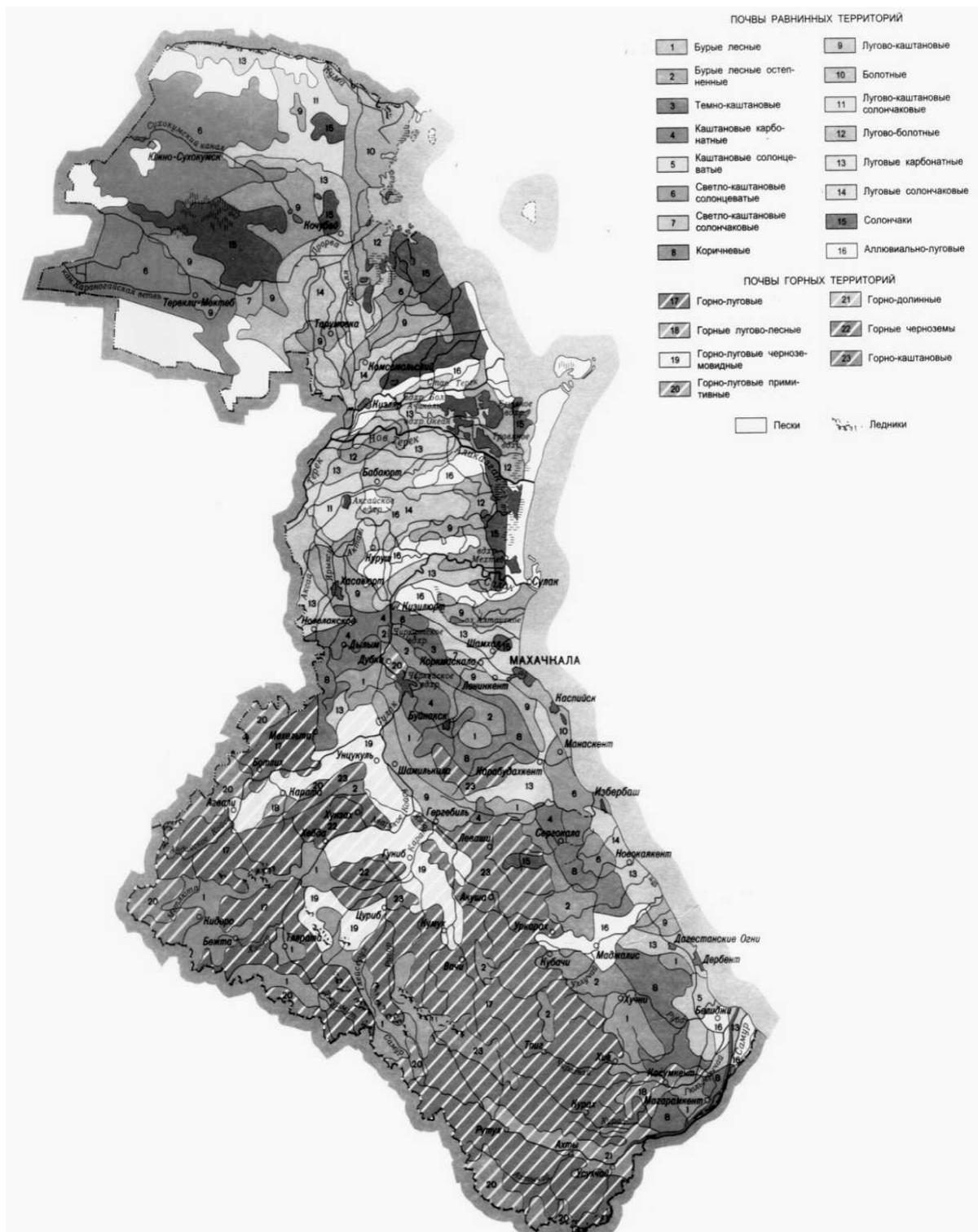


Рис. 1. Почвенная карта Дагестана (Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р., 2005 г.)
Масштаб 1:1 500 000

Таблица 1.

Распределение почвенных ресурсов по природным зонам Дагестана

| Зоны | Почвы | Равнинная | | Предгорная | | Горная | |
|------|--------------------------------------|-----------|-------|------------|-------|--------|-------|
| | | тыс.га | % | тыс.га | % | тыс.га | % |
| | Лугово-болотные | 75,29 | 3,12 | 0,10 | 0,01 | - | - |
| | Луговые различной степени засоленные | 577,11 | 23,59 | 5,80 | 0,68 | - | - |
| | Лугово-каштановые | 375,80 | 15,36 | 25,80 | 3,07 | - | |
| | Лугово-лесные | 35,30 | 1,48 | 0,30 | 0,08 | | |
| | Светлокаштановые солончакватые | 496,00 | 20,29 | 71,90 | 8,53 | | |
| | Каштановые | 37,95 | 1,56 | 123,66 | 14,71 | | |
| | Темно-каштановые | 2,90 | 0,12 | 45,20 | 5,50 | | |
| | Солончаки | 432,10 | 19,72 | 14,30 | 1,69 | | |
| | Коричневые | 4,48 | 0,18 | 225,27 | 25,76 | | |
| | Лесные бурые | 1,10 | 0,05 | 176,82 | 21,03 | 168,64 | 9,24 |
| | Лесные бурые олуговелые | - | - | 37,85 | 4,50 | 104,88 | 5,12 |
| | Горно-каштановые | - | - | 4,40 | 0,86 | 32,45 | 1010 |
| | Горно-долинные луговые | - | - | 21,80 | 2,53 | 47,94 | 2,34 |
| | Горные черноземы | - | - | 5,40 | 0,54 | 158,75 | 7,78 |
| | Горные лугово-степные | - | - | 4,10 | 0,49 | 128,29 | 6,04 |
| | Горно-луговые | - | - | 2,12 | 0,25 | 605,96 | 29,60 |
| | Горно-луговые маломощные | - | - | 0,70 | 0,08 | 409,84 | 20,08 |
| | Горно-луговые лесные | - | - | - | - | 17,80 | 0,67 |
| | Горно-луговые дерновые | - | - | 0,50 | 0,06 | 345,34 | 16,97 |
| | Пески закрепленные | 105,4 | 1,2 | - | - | - | - |
| | Пески движущиеся | 54,0 | 0,4 | - | - | - | - |
| | Коренные породы | - | - | 4,1 | 0,4 | 9,75 | 0,48 |
| | Всего по зонам | 2245,4 | 100 | 8267,5 | 100 | 2240,9 | 100 |

Таблица 2

Категории ресурсов почвенного покрова Дагестана

| № | Категории | млн.га | Примечание |
|----|--|--------|---|
| 1. | Общая земельная территория | 5,03 | - |
| 2. | Почвенный покров продуктивно-функциональный | 4,13 | - |
| 3. | Почвы, находящиеся под техническими объектами: строительные, жилищные, промышленные, рекреационные, дорожные | 0,78 | - |
| 4. | Непочвенные образования, включая геологические отложения | 0,14 | Движущиеся пески, болота, выходы твердых пород |
| 5. | Почвы, обеспеченные теплом, влагой, питательными элементами | 0,45 | Включены в категорию продуктивно функционирующих площадей |
| 6. | Внутренние водные площади | 0,08 | - |

В процентном отношении техногенный покров занимает около 16% территории республики, где до строительства технических объектов были распространены плодородные и высокопродуктивные почвы. Определенная часть земельной территории представлена непочвенными образованиями, состоящими из геологических отложений: пески движущиеся, выходы твердых пород, болота, внутренние водоемы общей площадью – 0,22%, что составляет более 100 тыс.га. В современных условиях считаем необходимым выделить категории почв обеспеченных теплом, влагой, питательными веществами, являющиеся важным резервом для расширения площадей освоенных земель.

Главной особенностью концепции землепользования является утвердившееся мнение среди научной общественности о целесообразности отчуждения земель, для строительных объектов, выделением плодородных почв, исключая из биологического круговорота [2]. Причем, отчуждаются лучшие плодородные земли, не затрагивая (или обходя) засоленные, эродированные, солонцеватые, заболоченные участки. Такой подход является неправильным и не способствует улучшению состояния почвенного покрова. Детальный анализ картографических показателей почв и способов их использования позволяют отметить ограниченность почвенных ресурсов в пространстве и наличие существенных различий в их состоянии (табл. 3).

Таблица 3.

Оценка почвенных ресурсов по степени пригодности для использования в сельском хозяйстве

| <i>№</i> | <i>Качественные показатели</i> | <i>%</i> | <i>Примечание</i> |
|----------|---|----------|--------------------------------|
| 1. | Почвы в сельскохозяйственной культуре | 13,6 | Включают охраняемые территории |
| 2. | Почвы острозасушливых условий | 20,4 | - |
| 3. | Почвы крутых склонов и неудобий | 25,1 | - |
| 4. | Почвы малой мощности на твердых породах | 10,0 | - |
| 5. | Почвы высокогорий, включая ледники | 10,4 | Включают почвы нивальной зоны |
| 6. | Почвы природных кормовых угодий | 22,5 | - |

Иллюстрацией этого положение является ежегодное увеличение отводов земель для не сельскохозяйственных целей, обусловленного ростом численности населения и развитием индустрии и городского хозяйства. Оптимизация отводов земель с учетом плодородия почв, является резервом увеличения ресурсоэкономического потенциала почвенного покрова. В условиях большого разнообразия почв нашей республики, возможности увеличения ресурсоэкономического потенциала применением методов повышения плодородия почв практически не ограничены. В качестве примера можно привести нижнепредгорную полосу, где проявляется влияние повышенного увлажнения, обусловленного косвенным влиянием горных систем и перемещением увлажненных потоков воздуха из Каспийского моря ресурсоэкономический в сторону континента, где потенциал почвы увеличивается повышением плодородия и продуктивности. Кроме того, значительный ресурсоэкономический потенциал содержат лугово-каштановые карбонатные почвы равнинного Дагестана, обусловленного свойствами формирующимися при участии грунтовых вод в снабжении растений доступными формами почвенной влаги. Общая площадь их по картографическим данным – более 80 тыс.га [8,11].

Оценивая состояние почв природных зон можно отметить, что почвенный покров республики в естественном состоянии по хозяйственным показателям и продуктивности дифференцируется в разных диапазонах от низкоплодородных до высокого уровня плодородия. Это означает, что лучшие почвы ограничены по площадям, освоены и закреплены за владельцами, которые определяют судьбу почвенного покрова исходя, в большинстве случаев из интересов коммерческих позиций.

Максимальную площадь в республике занимают почвы природных кормовых угодий (22,5%), включая сенокосов, пастбищ, лугов, распространенных по всем природным зонам.

Почвенный покров их представлен преимущественно засоленными разностями, функционирующими в условиях бессточного рельефа равнинного Дагестана. Ареалы их нуждаются в мелиоративном улучшении с применением оросительных, рассолительных мелиораций. Эродированные почвы занимают значительную площадь в горной и предгорной зонах с низкой и неустойчивой продуктивностью. По качественному состоянию природные кормовые угодья, как особая категория оценивается сравнительно низкими показателями продуктивности. Пастбищные угодья сезонного значения играют важную роль в содержании мелкого и крупного рогатого скота, использование которых осуществляется без дополнительных капитальных вложений. Диаграмма функциональных категорий почвенного покрова характеризуется тенденцией с существенными изменениями (рис.2). Общая площадь почв, обладающая биологической продуктивностью в 70-80е годы прошлого века подвергалась расширению в результате мелиоративного освоения засоленных и эродированных почв.

Особо следует отметить о почвах малой мощности и неудобий, условия, формирования которых исключают возможностей хозяйственного использования. Несмотря на это, ресурсы маломощных почв выполняют природоохранные функции, устраняя процессы сноса и денудации деградированных земель [3,5].

Радикальные изменения формируются в динамике почвенных ресурсов и функциональных групп во времени. В диаграмме показывающей динамику (рис.2.) функциональных групп иллюстрируется уменьшение площадей освоенных почв за последние 30 лет. Показатели почв с низким содержанием питательных веществ иллюстрирует аналогичные изменения, где абсолютные размеры площадей несколько превышают по сравнению с ареалами освоенных почв. Следует отметить о значительном расширении площадей отчуждаемых плодородных почв используемых для размещения объектов городского и сельского строительства и сферы промышленной деятельности человека. Тенденция расширения площадей этой категории отмечается, начиная с 80-х годов прошлого века, показатели которых в начальный период были близки к величине прироста численности населения республики. Однако, начиная с 90-х годов, происходят коренные изменения в состоянии почвенных ресурсов, в результате которого резко уменьшились площади освоенных почв в земледелии. Темпы их уменьшения значительно превышают прирост численности населения и общего объема производимой промышленной и сельскохозяйственной продукции.

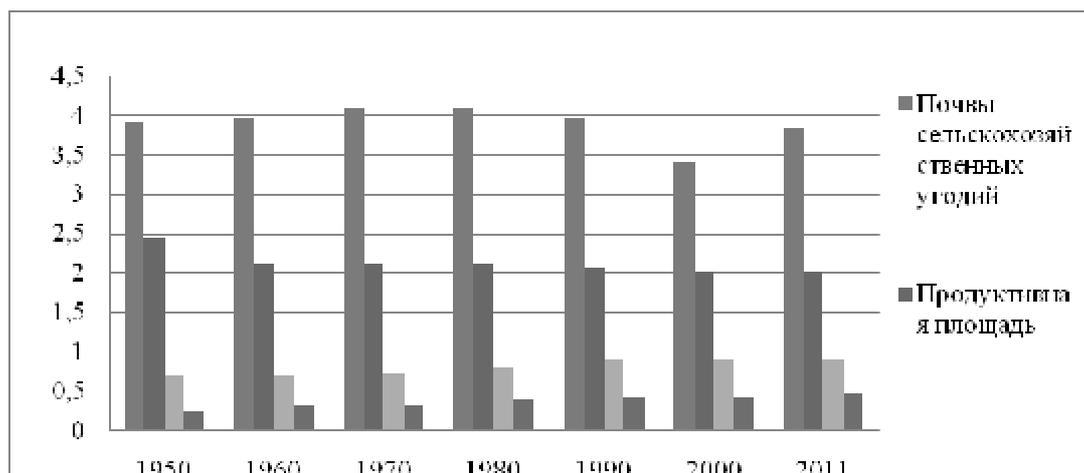


Рис. 2. Динамика функциональных категорий почвенного покрова

За последнее десятилетие прирост численности населения составляет 2-3% за год, а сокращение площадей продуктивных освоенных почв 10-15%. Образование такого разрыва привело к нарушению естественного биогеохимического круговорота веществ. Неравномерно из-

менилась плотность населения по районам; общая земельная площадь на одного человека уменьшилась на 10-15%, по освоенным обрабатываем почвам до 40-50%. Тенденция уменьшения общей земельной площади на 1 человека в целом, опережает прирост численности населения за последние 30-40 лет. В изменениях, происходящих в величине отчуждаемых земель и темпах их расширения, преобладают тенденции коммерческих подходов землевладельцев. В диаграмме (Рис.3.) видно, что в разные исторические эпохи соотношение категорий почв и площадей, обладающих биологической продуктивностью, определяется ростом численности населения. Показательным является, медленное увеличение площадей техногенного покрова в 50-70-е годы прошлого века, когда вопросы улучшения почв и повышения их плодородия ставились на уровне приоритетной государственной задачи.

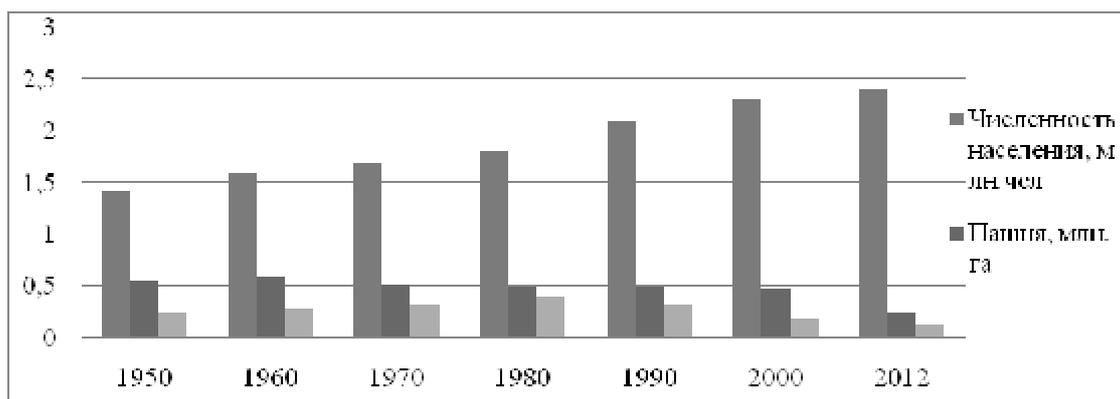


Рис. 3. Изменение численности населения и площадей освоенных почв.

Резкое увеличение площадей техногенного покрова, т.е. отчуждаемых земель произошло в начале текущего столетия [4,5]. В настоящее время в мире в среднем на одного человека отчуждаемая площадь составляет 0,10-0,12 га. в Российской Федерации в 2 раза больше, а в нашей республике по ориентировочным данным данная цифра превышает в 3-4 раза. Оптимизация этого фактора в сельскохозяйственных районах представляет важную государственную задачу. Существует мнение о том, что уменьшение площадей пахотных земель на душу населения, как показано в диаграмме до 0,2-0,3 га. не является определяющим фактором снижения эффективности их использования. Здесь ссылаются в качестве примера к малоземельным странам как Бельгия, Голландия, Англия, где площади пахотных земель не превышают 0,10-0,15 га. на одного жителя страны. В этих странах получают урожай зерновых культур порядка 50-60 ц/га. и выше. Основная причина высоких урожаев является вложение значительных средств, в целях улучшения свойств почв и повышения их плодородия. Пример, в Голландии на 1 га. мелиорированных земель в ареале луговых экосистем вкладывают до 5-6 тыс. долларов. При таких вложениях, регулирование водного режима, обеспеченность минеральными элементами, управляются централизованно, обеспечивая оптимальные дозы с налаженной системой оперативного контроля. В перечисленных странах ежегодно составляются мониторинги, выделяя улучшенные и ухудшенные свойства, по водному, пищевому и воздушному режимам почв. В других регионах мира, в том числе и в нашей стране (включая и нашу республику) объемы вкладываемых средств на порядок меньше по сравнению со странами, где применяются высокоэффективные технологии, способствующие, аккумуляции энергии, синтезу, превращению органического вещества и концентрированию биофильных элементов в почвах и поливных водах. В современных условиях диктующих необходимость создания продовольственной безопасности выдвигается проблема поисков неучтенных ресурсов и функционирующих ареалов почвенного покрова. К числу таких ресурсов относится не только выявление площадей почв, но и способов повышения их продуктивности с единицы площади (Табл.4).

Таблица 4

Изменение площадей приходящихся на одного жителя республики, га.

| Виды угодий | Годы | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2012 | 2017 |
| Общая функционирующая площадь почв | 2,45 | 2,11 | 2,10 | 2,10 | 2,02 | 2,00 | 1,98 |
| Пахотные угодья | 0,44 | 0,47 | 0,46 | 0,43 | 0,30 | 0,22 | 0,20 |
| Природные кормовые угодья | 1,65 | 1,22 | 1,13 | 1,10 | 1,04 | 0,94 | 0,94 |
| Многолетние насаждения | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,06 |
| Отчуждаемая площадь для размещения объектов городского строительства | 0,31 | 0,28 | 0,32 | 0,35 | 0,46 | 0,56 | 0,61 |
| Всего: | 5,22 | 4,17 | 4,11 | 3,97 | 3,87 | 3,75 | 3,74 |
| | | | | | | | |

Главная причина высокой продуктивности – вложение средств на мелиорацию, удобрения и применение новых технологий. Большое внимание в этих странах уделяется оптимизации земельных отводов, с привлечением для строительства низкопродуктивных земель, заболоченных территорий, отдельных участков, занятых водной поверхностью, включая выходы горных пород на поверхность. Вкладываемые средства, на улучшение почвенного покрова в нашей стране по сравнению с зарубежными странами на территории, которых распространены почвы одинакового уровня плодородия оценивается на порядок меньше.

Актуальность этого вопроса связана с тем, что до 75% почвенного покрова республики имеет пониженную продуктивность из-за недостаточной обеспеченности влагой. Данные научных исследований показывают, что общая площадь почв, обладающая высокой потенциальной продуктивностью в республике, составляет 0,5-0,6 млн.га. В настоящее время пахотные угодья характеризуются средней и ниже средней продуктивностью и их площади сильно колеблются по природным регионам, административным районам и хозяйствам. По нашему мнению, возможно постепенное удвоение общей распаханности, доведя ее долевое участие до 15-18% земельной территории республики. Для выполнения этой задачи потребуются капитальные вложения в мелиорации, культурно-технические работы на освоение, улучшение и окультуривание новых земель. Потребность в новом освоении и повышении продуктивности почв, использовании ресурсоэкономического потенциала заложенного космической солнечной энергией и процессами фотосинтеза растений (ФАР) диктуется: ростом численности населения, повышением спроса в различных материалах биологического происхождения, непрерывно растущими потерями пахотной земли от засоления, индустриального и городского строительства, падением урожайности сельскохозяйственных культур в большинстве районов, в особенности на душу населения (табл.4). По прогнозу отдельных экспертов ежегодное отчуждение земель составляет 2,0-2,05 тыс.га., а к 2030 году будет потеряно дополнительно для земледелия до 40 тыс.га.. природной земли [14,15]. А через полвека, если современные темпы потерь сохранятся, площадь угодий пригодных для земледелия сократится до 100 тыс.га. Подобная потеря не допустима, республиканская научная общественность совместно со всем народом примет меры и решит проблему сохранения устойчивости и повышения продуктивности. Резко выраженная тенденция роста потери биопродукционных ресурсов почв, а так же трудности и дороговизна нового освоения земель выдвигает задачу в равнинной зоне Дагестана – проведение рассолительных, оросительных мелиораций, ремонт существующих дренажно-коллекторных систем; в предгорьях и горной зоне – почвозащитное земледелие, террасирование, восстановление искусственно-созданных горных террас и развитие горно-долинного садоводства [12,13]. Необходимым условием является так же использование космических методов картирования почв в целях выяснения объективного соотношения и динамику восстановления почвенного покрова.

Эти мероприятия могут обеспечить прогрессивное повышение эффективности использования почвенных ресурсов на основе учета площадных и биопродукционных показателей. Биопродукционными показателями почвенных ресурсов мы называем величину биомассы образуемой растениями и животными за определенный период в условиях применения высокоэффективной технологии. Создавая соответствующие условия физиологическим требованиям живых организмов, ресурсоведческий потенциал накапливаемой биомассы, обуславливается повышением коэффициента ФАР и усвояемой растениями солнечной энергии [3,10].

Важное значение имеют традиционные методы применения агротехники, о которых многократно утверждается учеными, практиками разных регионов. В тоже время, основа улучшения применяемых технологий и подбор сельскохозяйственных культур и их сортов базируются на результатах исследований проведенных в предыдущие периоды почвоведцами, агрохимиками, мелиораторами, геоботаниками. Информация, накопленная о почвах и растительном покрове, с дополнением данных о современном состоянии дает возможность оценить параметры биоресурсного потенциала почв, используя результаты полевых, аналитических и камерально-картографических работ, включая исследования проведенные учеными предшествующего периода.

Использование накопленного материала способствует уменьшению производственных затрат на проведение крупномасштабных и детальных исследований, необходимых для учета показателей почв при размещении зерновых культур, садов, виноградников. Это важно в настоящее время, когда работники сельского, лесного хозяйства прилагают усилия для создания продовольственной безопасности страны. Хранимая информация по характеристике физико-химических и биологических свойств почв находится в бумажных носителях, теряет качество и функциональное значение. Сохранение качества накопленного материала с созданием электронной базы данных имеет важное практическое значение и становится государственной задачей [16-18]. Для решение этой задачи коллективом работников Института геологии ДФИЦ РАН, Прикаспийского института биоресурсов ДФИЦ РАН, Южного Федерального Университета (Ростов на Дону) создана сервисная база МСХ РФ для почв субъектов Северокавказского Федерального Округа РФ по запатентованной программе Soil Matrix.

Почвенный покров, как среда, окружающая человека и его общества играют важную роль в функционировании биосферы. Основные функции почв по синтезу биопродукции, обязаны поступлению солнечной энергии и фотосинтезу. Но за деталями этого процесса остается в тени не раскрытой огромная роль почвенного покрова. Разработке и внедрению мероприятий по охране и воспроизводству ресурсов почвенного покрова призывает широкий круг научной общественности и практиков в целях выявления развития социальной, социально-экономической функций почвенного покрова. Свидетельством высокой оценки нового понимания роли почвенного покрова является решение принятое 20 декабря 2013 года Генеральной ассамблеей ООН об объявлении 5 декабря ВСЕМИРНЫМ ДНЕМ ПОЧВ. Высокое признание роли почвенного покрова указывает на то, что уже достигнуты определенные успехи в улучшении состоянии почв и новом понимании роли почвенных ресурсов в экологическом благополучии человека и воспроизводстве потенциала живой природы.

Литература

1. Акимцев В.В. Об итогах и перспективах изучения почв Дагестана //Труды Дагестана сельскохозяйственного института. Махачкала, 1939. Вып I, с 48-59.
2. Баламирзоев М.А. Качественная оценка почв Прикаспийской низменности Дагестана //Труды Дагестанского НИИСХ. 1997. Вып II, с 35-49.
3. Вернадский В.И. Страницы из истории почвоведения. М. Петроград. 1922. Вып. II, с 86.
4. Добровольский Г.В. Роль и значение почв в становлении и эволюции жизни на земле. 2011, М.: Изд. КМК, с 7-15.

5. Докучаев В.В. Учреждение почвенного комитета и кафедр почвоведения при университетах. Соч. т. VII, 1953. М.: Изд. АН СССР, с 23-57.
6. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана, «Наука», 2010. 280 с.
7. Залибеков З.Г., Пайзулаева Р.М., Бийбулатова З.Д., Залибекова М.З., Биарсланов А.Б. Пространственная изменчивость почв и процессов засоления в прибрежной зоне Терско-Кумской низменности //Почвоведение. № 4, 2010. С. 422-433.
8. Залибеков З.Г. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления //Аридные экосистемы. Т.17, 2011. С. 4-15.
9. Зонн С.В. Развитие генетической диагностики почв на основе элементарных почвенных процессов //Почвоведение. №4, 1994. С. 12-20.
10. Зонн И.С. Конференция ООН в Найроби: проблема опустынивания 20 лет спустя //Аридные экосистемы. Т.3. № 6, 1997. С. 12-21.
11. Керимханов С.У., Хлопков П.Я. О Дагестанском отделении Всесоюзного общества почвоведов АН СССР. Сб. вопросы рационального использования и повышения плодородия почв Дагестана, Махачкала, 1972. С. 3-8.
12. Салманов А.Б. Об основных направлениях биологических исследований в Дагестане //Биологические ресурсы Дагестана. Махачкала, 1975. Вып I, с 5-12.
13. Солдатов А.С. Почвенные исследования в Дагестане //Труды Отдела почвоведения Даг. Филиала АН СССР. Т.III. 1952. С. 18-28.
14. Солдатов А.С. Перспективы рассоления почв Терско-Кумской низменности Дагестана. Дагестанское книжное издательство. Махачкала, 1964. 116 с.
15. Яруллина Н.А. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М.: «Наука», 1980. 82 с.
16. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мамаев С.А., Идрисов И.А. Геоинформационная система – "Почвы Дагестана" // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2012. № 61. С. 207-211.
17. Mamaev S.A., Zalibekova M.Z., Balamirzoev M.A. Features of soil cartography in conditions of an arid climatic regime // Arid Ecosystems. 2015. Т. 5. № 1. С. 14-17.
18. Zalibekov Z.G., Mamaev S.A., Biarslanov A.B., Asgerova D.B., Galimova U.M., Sultankhamedov M.S. Regional distribution patterns of soils in delta ecosystems and their potential use on different continents // Arid Ecosystems. 2017. Т. 7. № 2. С. 73-79.

УДК 504.75

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-115-123

АНАЛИЗ В ГИС ТЕХНОЛОГИЯХ ВЗАИМОСВЯЗИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕННОСТИ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

*О.Г. Бурдзиева, к.г.н., Т.В. Закс, к.м.н., А.С. Кануков, к.т.н., К.В. Корбесова, асп.
Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр
Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а,
e-mail: cgi_ras@mail.ru*

В статье рассмотрены вопросы экологического загрязнения урбанизированной территории тяжелыми металлами и исследовано их влияние на онкологическую заболеваемость населения. С помощью современных ГИС-технологий выполнена интерполяция содержания тяжелых металлов в почвах города Владикавказа по имеющимся результатам лабораторных исследований опробования почв и построены соответствующие карты. По результатам проведенных исследований получена линейная зависимость онкологической заболеваемости населения от содержания тяжелых металлов в почвах. Коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,14$ указывает на то, что величина вклада содержания тяжелых металлов в почвах в общую величину заболеваемости населения онкологией может составлять до 14% от общего вклада всех факторов, формирующих итоговое значение заболеваемости. При этом установлено, что наибольшее влияние оказывают в порядке убывания следующие элементы: мышьяк, ртуть и кадмий.

Ключевые слова: экология, урбанизированная территория, загрязнение, тяжелые металлы, заболеваемость, регрессионный анализ.

ANALYSIS IN GIS TECHNOLOGIES OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MORBIDITY OF THE POPULATION AND POLLUTION AT THE URBAN TERRITORY

*O.G. Burdzieva, T.V. Zaks, A.S. Kanukov, K.V. Korbesova
Geophysical Institute of Vladikavkaz Scientific Center Russian Academy of Sciences,
93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russia, e-mail: cgi_ras@mail.ru*

The article considers the environmental pollution of the urbanized area with heavy metals and explores their effect on the oncological incidence of the population. Using modern GIS technologies, the content of heavy metals in soils of the city of Vladikavkaz was interpolated according to the available results of laboratory studies of soil testing and the corresponding maps were constructed. According to the results of the studies, a linear dependence of the oncological morbidity of the population on the content of heavy metals in soils is obtained. The reliability coefficient of approximation $R^2 = 0.14$ indicates that the contribution of the content of heavy metals in soils to the total incidence of oncology in the population can be up to 14% of the total contribution of all factors that form the final value of the incidence. It was found that the following elements have the greatest impact in decreasing order: arsenic, mercury, and cadmium.

Keywords: ecology, urban territory, pollution, heavy metals, morbidity, regression analysis.

Введение

Загрязнение окружающей среды, кроме вреда природе, ведет к различным заболеваниям населения, проживающего на загрязненной территории, включая онкологические заболевания. На территории Республики Северная Осетия-Алания загрязнение окружающей среды происходит в основном за счет предприятий цветной металлургии и автотранспорта [1-12].

Наибольшему загрязнению подвергается столица республики город Владикавказ, где и расположены основные стационарные источники загрязнения и наибольшее количество автотранспорта. В сельских районах республики состояние атмосферного воздуха стабильно удовлетворительное из-за отсутствия там крупных промышленных предприятий и большого количества автотранспорта. Кроме того, рассматриваемая территория характеризуется высокой сейсмической опасностью [13-31]. Помимо своего прямого разрушительного воздействия землетрясение может стать причиной экологической катастрофы на территориях, где расположены

промышленные предприятия производящие или перерабатывающие опасные химические вещества.

Заболееваемость новообразованиями по территории города Владикавказа по данным районирования городских поликлиник

Антропогенное загрязнение окружающей среды оказывает выраженное воздействие на формирование популяционного здоровья населения [32]. Неуклонный рост поступлений токсических веществ в окружающую среду, прежде всего, отражается на здоровье населения. Оценка значимости загрязнения среды по биологическим ответам организма человека, по показателям здоровья более объективна, чем сопоставление концентраций отдельных загрязнителей с гигиеническими нормами, так как интегрально учитывает влияние всех, в том числе не идентифицированных загрязнителей, их комплексное и комбинированное действие на организм человека [33-34].

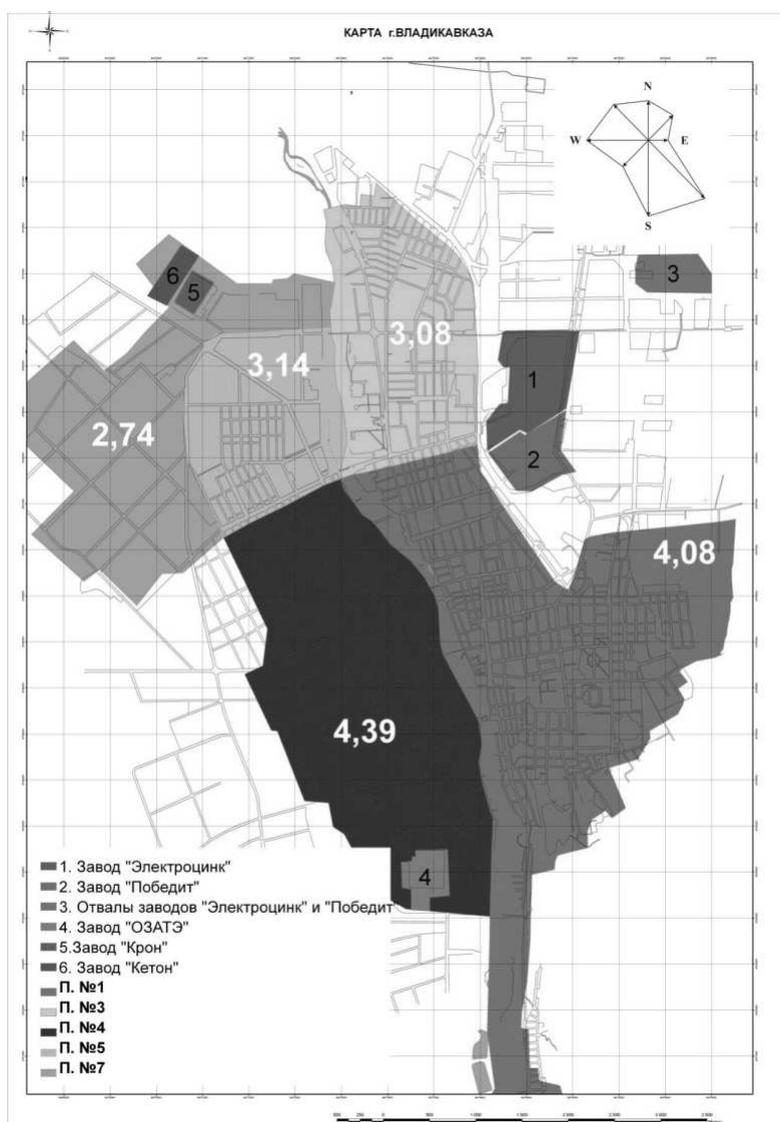


Рис. 1. Заболееваемость новообразованиями по территории города по данным районирования городских поликлиник

В работах [35-41] было рассмотрено создание карты заболееваемости населения общепринятым методом территориального поликлинического районирования. Данный метод подразумевает расчёт заболееваемости населения по каждой отдельно взятой поликлинике. Расчёт про-

изводился для взрослого населения, путем вычисления отношения числа впервые зарегистрированных случаев онкозаболеваний в различных локализациях к числу людей, обслуживаемых данной поликлиникой. Полученное значение делилось на тысячу, что позволяло узнать количество заболевших людей на тысячу населения. Из поликлиник №№1, 3, 4, 5, 7 был отобран материал по заболеваемости населения злокачественными образованиями по различным районам г. Владикавказа.

Полученный материал, оформленный в виде базы данных [42], накладывался на цифровую карту-схему застройки территории города. Другими словами, в ГИС-технологиях на карту-схему существующей застройки наносились места проживания (улицы, корпуса, их номера) больных, таким образом, формируя реальное распределение заболеваемости злокачественными образованиями по площади города. Были получены значения заболеваемости за разные годы, а также среднее значение за несколько лет, которое выносилось на карту (рисунок 1).

Методика подготовки данных для регрессионного анализа

Поликлиник, обслуживающих взрослое население по месту жительства во Владикавказе, как было указано выше, четыре. Соответственно имеется всего четыре полигона с рассчитанной заболеваемостью для всей территории. Для проведения регрессионного и корреляционного анализов нами был выполнен расчёт заболеваемости населения по равномерной сетке 500 на 500 метров. Задача построения подобной сетки в виде shape-файла достаточно часто возникает в ArcGIS. Подобная сетка, например, может быть использована в качестве координатной сетки. Наиболее простой способ решения поставленной задачи реализуется путем использования утилиты Create Fishnet (Создать Сетку) из набора инструментов Feature Class (Классы пространственных объектов). Данная утилита находится в разделе ArcToolbox, для её использования заполняются следующие поля:

- В окошке Output Feature Class задаётся имя выходного shape-файла сетки. Для облегчения задания крайних точек можно загрузить имя слоя, для которого строится сетка.
- В поле Cell Size задаётся ширину и высоту сетки (в нашем случае- 500 м).
- В поле Number of Rows/Columns задаётся количество ячеек сетки.

Результатом использования утилиты является shape-файл, в котором каждая ячейка имеет тип полигона. Путем добавления дополнительного поля к каждому полигону, с помощью дополнительных инструментов в ArcGIS, можно вычислять интересующие параметры. В нашем случае необходимо было рассчитать количество взрослого населения, проживающего в пределах каждого подобного полигона, количество впервые зарегистрированных случаев онкозаболеваний и, на основе этих данных, вычислить заболеваемость по построенной сетке. Данная задача решается использованием утилиты «Пространственное соединение» (Spatial Join) из набора инструментов Analysis Tools, раздела Overlay.

С помощью пространственного соединения осуществляется сопоставление между строками таблицы присоединяемых объектов (Join Features) и целевыми объектами (Target Features) основываясь на их пространственном расположении. Согласно параметрам по умолчанию все атрибутивные значения присоединяемых объектов соединяются с атрибутами целевых объектов и создаются их копии в выходном классе объектов. Пользователь может задать, какие атрибуты будут добавлены в выходной класс объектов, внося изменения в параметр «Список полей соединенных объектов» (Field Map of Join Features).

Два новых поля, Join_Count и TARGET_FID, всегда добавляются к выходному классу объектов. Join_Count представляет из себя счётчик, показывающий количество присоединенных объектов, соответствующих каждому целевому объекту (TARGET_FID).

Если для параметра «Операции соединения» (Join Operation) указывается значение JOIN_ONE_TO_MANY, для каждого целевого объекта в выходном классе может ставиться в соответствие более одной строки. Поле JOIN_FID необходимо для определения того, к какому

целевому объекту (TARGET_FID) был присоединен тот или иной объект. Значение -1 в поле JOIN_FID указывает на то, что нет ни одного объекта соответствующего заданному пространственному отношению к целевому объекту.

Все целевые объекты исходного класса сохраняются в выходной класс объектов, если для параметра Join Operation был выбран параметр JOIN_ONE_TO_ONE и установлена опция «Сохранить все целевые объекты» (Keep All Target Features).

После отработки указанной утилиты получаем на выходе новый слой, который в колонке Join Count содержит нужную нам статистику. Построенная карта заболеваемости представлена на рисунке 2.

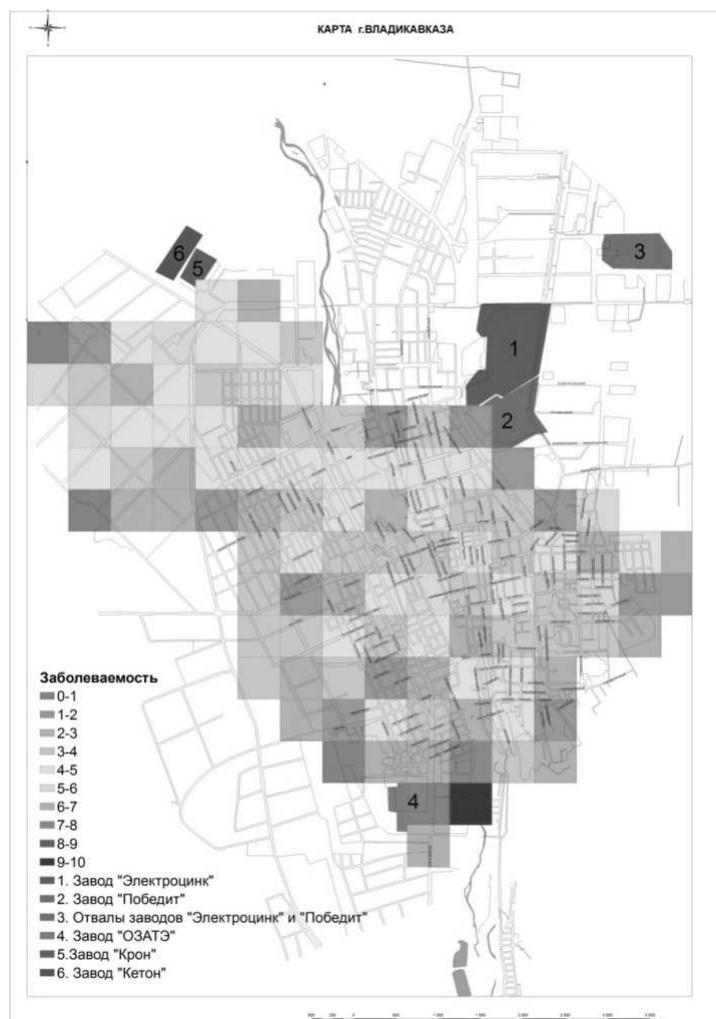


Рис. 2. – Карта заболеваемости населения г. Владикавказа.

Как видно из построенных карт, не удаётся однозначно определить участки с высокими показателями заболеваемости в одном районе. Анализируя построенные карты можно предположить, что территория города недостаточно обширна для проявления различий в уровне заболеваемости населения, обусловленных расстоянием до эпицентров (ядра) или источников загрязнения.

Изучение зависимости онкологической заболеваемости населения от содержания тяжелых металлов в почвах.

Между величиной полученного количества металлов и их содержанием в организме человека, работающего на производстве, имеют место тесные корреляционные связи. В частно-

сти у рабочих химического производства отмечается ускоренное развитие патологии биоэлектрической и сократительной функции сердца, атерогенные изменения сыворотки крови, нейроциркуляторная дистония, миокардиодистрофия, атеросклероз, хроническая сердечная недостаточность [43].

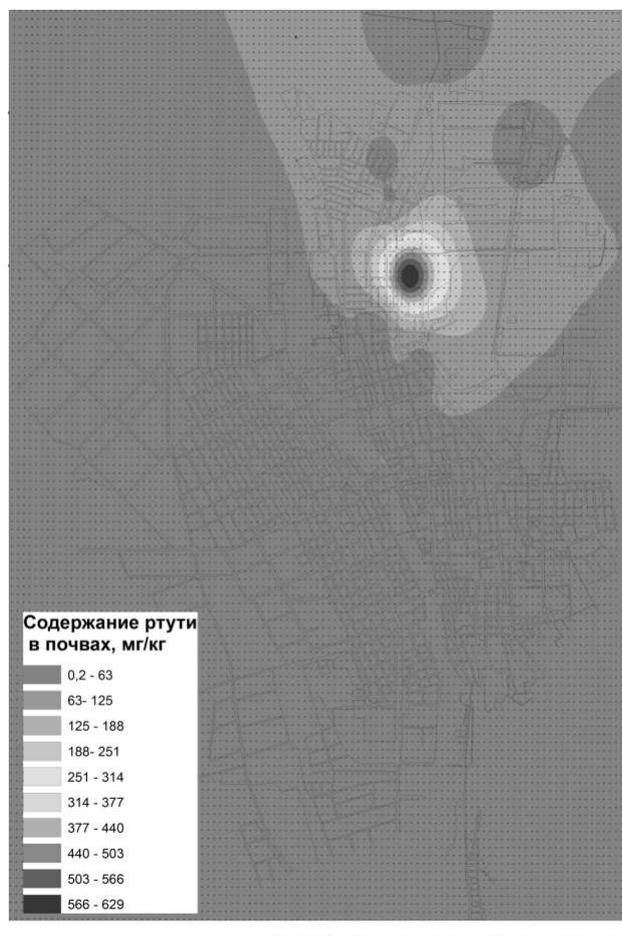


Рис. 3. Карта заболеваемости населения г. Владикавказа.

При рассмотрении ситуации с населением не работающего на таких производствах, но проживающего в ореоле их распространения, необходимо отметить, что имеется прямая связь между химическим загрязнением окружающей среды и повышением частоты аллергий, бронхолегочной патологии, гиперплазии щитовидной железы, кариеса, нарушением нервно-психического и физического развития. Отмечается также экологическая обусловленность врожденных пороков развития и злокачественных образований, являющихся маркерами хронического воздействия ксенобиотиков.

Так как отбор проб проводился в определенных точках города, для получения карты содержания тяжелых металлов в почвах города использовался инструмент «Интерполяция». Пример подобной карты приведен на рисунке 3. Результатом расчёта является карта в виде растрового слоя. Для вычисления среднего значения содержания тяжелых металлов в каждой ячейке, для которой рассчитано значения заболеваемости с помощью инструмента «Пространственное соединение» необходимо, чтобы слои имели формат shape файла. Для этого был создан слой, состоящий из точек, которому в качестве атрибутивной информации были присвоены данные по содержанию тяжелых металлов в данной точке. Далее, с помощью инструмента «Пространственное соединение» вычислялось среднее значение всех точек, входящих в полигон, для которого было рассчитано значение заболеваемости.

В 2014 году ГБУ «Дирекция по выполнению природоохранных программ и экологического образования» и Открытое акционерное общество «Севосетингеоэкомониторинг» провели исследования по оценке состояния загрязнения почв, в том числе пестицидами и радиоактивными веществами и выполнена подготовка экологических карт с нанесением геопатогенных зон [44]. Сопоставление указанных данных с данными наших исследований показало хорошее соответствие.

Таким образом, на основе наших данных была составлена весьма объемистая таблица, состоящая из 124 строк, в каждой из которых содержится информация по заболеваемости населения в пределах каждого из секторов и о средних значениях содержания следующих элементов в грунтах города: кадмий, сурьма, марганец, ванадий, свинец, мышьяк, ртуть, медь, никель, цинк, хром.

По результатам проведенных исследований была получена линейная зависимость онкологической заболеваемости населения от содержания тяжелых металлов в почвах. Коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,14$ указывает на то, что величина вклада содержания тяжелых металлов в почвах в общую величину заболеваемости населения онкологией может составлять до 14% от общего вклада всех факторов, формирующих итоговое значение заболеваемости. При этом установлено, что наибольшее влияние на здоровье населения оказывают в порядке убывания следующие элементы: мышьяк, ртуть и кадмий.

Выводы

1. Установлены корреляционные и регрессионные взаимосвязи между онкологической заболеваемостью населения и содержанием тяжелых металлов в почвах.
2. Для проведения анализа территория города Владикавказа была разделена на 118 одинаковых участков, для каждого из которых вычислялась онкологическая заболеваемость населения.
3. Выполнена оценка количества жителей, проживающих на территории каждого из участков, основанная на учете площади и этажности частных домов, площади, количестве подъездов и этажности для многоэтажных зданий и средней плотности населения.
4. С помощью современных ГИС-технологий выполнена интерполяция содержания тяжелых металлов в грунтах города Владикавказа по имеющимся результатам лабораторных исследований опробования грунтов и построены соответствующие карты.
5. Изучено содержание в грунтах города следующих элементов: кадмий, сурьма, марганец, ванадий, свинец, мышьяк, ртуть, медь, никель, цинк, хром.
6. На основе обработки результатов проведенных исследований установлена линейная зависимость онкологической заболеваемости населения от содержания тяжелых металлов в грунтах.
7. Коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,14$ указывает на то, что величина вклада содержания тяжелых металлов в почвах в общую величину заболеваемости населения онкологией может составлять до 14% от общего вклада всех факторов, формирующих итоговое значение заболеваемости.
8. Установлено, что наибольшее негативное влияние на заболеваемость населения оказывают в порядке убывания следующие элементы: мышьяк, ртуть и кадмий.

Литература

- 1 Alborov I.D., Burdzieva O.G., Tedeeva F.G. Principles of ensuring environmental welfare of the population under the exposure of the noise of moving motor transport // Akustika. 2019. T. 32. С. 222-226.
- 2 Alborov I.D., Burdzieva O.G., Tedeeva F.G., Arkhireeva I.G., Bekuzarova S.A., Maisuradze M.V., Dzobelova L.V., Dzhusoeva N.G. Development of environmental tension in zones of extraction of solid minerals on Eastern Caucasus slopes // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary

Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019. С. 1-8.

3 Alborov I.D., Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B. Technology for the maintenance of acoustic comfort on the transcaucasian highway in the zone of the residential areas adjusting the motor road // *Akustika*. 2019. Т. 32. С. 211-215.

4 Alborov I.D., Tedeeva F.G., Burdzieva O.G., Gridnev E.A., Glazov A.P., Dzeboeva F.M., Vaneev S.D. Ecological situation in the area of non-ferrous metals mining on the slopes of the Eastern Caucasus // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ETSaP 2019*. Tyumen industrial University. 2019. С. 012019.

5 Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Aiskhanov S.K., Kanukov A.S., Margoshvili M.T., Yakhikhashiev S.K. Environmental state of North Caucasus region, caused by mining activities // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019*. С. 50-56.

6 Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Kanukov A.S., Maisuradze M.V. Mining impact on environment on the North Ossetian territory // *International Journal of GEOMATE*. 2016. Т. 10. № 1. С. 1693-1697.

7 Zaks T.V., Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B. Impact of noise, gamma radiation and other geophysical factors on population health // *Akustika*. 2019. Т. 32. С. 206-210.

8 Голик В.И., Бурдзиева О.Г., Ганин М.П. Экологический концепт природного выщелачивания металлических руд // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2019. № 2. С. 16-26.

9 Голик В.И., Заалишвили В.Б., Дмитрак Ю.В., Габараев О.З. Повышение безопасности труда по пылевому фактору при подземной добыче урана // *Безопасность труда в промышленности*. 2019. № 2. С. 7-12.

10 Голик В.И., Кожиев Х.Х., Бурдзиева О.Г., Масленников С.А. Геомеханические факторы взаимодействия природных и технических систем в районах освоения недр // *Геология и геофизика Юга России*. 2019. № 3. С. 179-188.

11 Заалишвили В.Б., Бурдзиева О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Информационный мониторинг распределённых физических полей в пределах урбанизированной территории // *Геология и геофизика Юга России*. 2013. № 4. С. 8-16.

12 Закс Т.В., Кануков А.С., Малиев И.Н., Мельков Д.А., Туаев Г.Э., Тучашвили Д.Б. Мониторинг экогеофизических факторов окружающей среды г. Владикавказ // *Геология и геофизика Юга России*. 2016. № 4. С. 68-74.

13 Chotchaev Kh.O., Zaalishvili V.B., Shempelev A.G., Berger M.G., Burdzieva O.G., Zaks T.V., Makiev V.D., Trofimenko S.N. Structural-material complexes as indicators of geodynamic situations by example of eastern part of Central Caucasus // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019*. С. 68-77.

14 Golik V.I., Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Kanukov A.S., Melkov D.A., Arkhireeva I.G., Dzobolova L.V. Problems of seismic safety of ore mining // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019*. С. 111-119.

15 Kharebov K.S., Zaalishvili V.B., Zaks T.V., Baskaev A.N., Arkhireeva I.G., Gogichev R.R., Maisuradze M.V., Chitishvili M.I. Influence of soils on impact parameters of seismic effect // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019*. С. 164-168.

16 Parada S.G., Chotchaev Kh.O., Berger M.G., Magkoev T.T., Bekuzarova S.A., Burdzieva O.G., Zaks T.V., Komzha A.L. Sodium geochemistry in terrigenous complexes in connection with problem of gold content // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019*. С. 243-249.

17 Rogozhin E.A., Milyukov V.K., Zaalishvili V.B., Ovsyuchenko A.N., Mironov A.P., Gorbatikov A.V., Melkov D.A., Dzeranov B.V. Characteristics of modern horizontal movements in central sector of Greater Caucasus according to GPS observations // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019*. С. 250-254.

18 Svalova V.B., Zaalishvili V.B., Ganapathy G.P., Nikolaev A.V., Melkov D.A. Landslide risk in mountain areas // Геология и геофизика Юга России. 2019. Т. 9. № 2 (32). С. 109-126.

19 Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Magkoev T.T., Melkov D.A., Nikolaev A.V., Svalova V.B., Arkhireeva I.G., Dzeranov B.V. Physical fields as derivative of deformation of rock massif and technology of their monitoring // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019. С. 62-67.

20 Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Melkov D.A., Kanukov A.S., Magkoev T.T., Gabeeva I.L., Dzobelova L.V., Shepelev V.D. Complex analysis of geological data and use of velocity model of mms on Central Caucasus sections // В сборнике: Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019. С. 319-324.

21 Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Shempelev A.G., Melkov D.A., Burdzieva O.G., Parada S.G., Dzeranov B.V., Dzhgamadze A.K. Geodynamic situation in Central Caucasus and structural complexes on depth section of Genaldon profile // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019. С. 325-331.

22 Zaalishvili V.B., Gogmachadze S.A., Melkov D.A., Chotchaev Kh.O., Burdzieva O.G., Zaks T.V., Kanukov A.S., Gabaraev A.F. The specificities of foundation ground vibrations induced by pile driving under conditions of infill construction in an existing city block // Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). 2019. С. 513-519.

23 Zaalishvili V.B., Melkov D.A., Gabaraev A.F. Finite element analysis of open trench seismic vibrations barriers // Akustika. 2019. Т. 32. С. 284-287.

24 Zaalishvili V.B., Melkov D.A., Gabeeva I.L., Makiev V.D., Kanukov A.S., Gabaraev A.F., Morozov F.S., Tuaeв G.E. Macro seismic manifestation of seismic events of different intensity on territory of Vladikavkaz // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019. С. 332-337.

25 Zaalishvili V.B., Melkov D.A., Kanukov A.S. Spectral features of the micro seismic field of the urbanized territory // Akustika. 2019. Т. 32. С. 279-283.

26 Zaalishvili V.B., Yurkov A.K., Melkov D.A., Kozlova I.A., Kanukov A.S., Demezhko D.Yu., Morozov Ph.S. Assessment of sensitivity zone of radon and temperature measurements in study of process of tectonic earthquakes preparation // Proceedings of the VIII Science and Technology Conference "Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus" (CIGGG 2018) Сер. "Advances in Engineering Research" 2019. С. 338-342.

27 Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В. Engineering-geological and hydrogeological features of the Dzuarikau-Tskhinval gas pipeline installation and environmental aspects of its operation in high seismicity conditions // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ETSaP 2019. Tyumen industrial University. 2019. С. 012-021.

28 Гиоргобиани Т.В. Условия формирования альпийской складчатой системы Большого Кавказа и характерные особенности ее структуры // Геология и геофизика Юга России. 2019. № 1. С. 43-57.

29 Заалишвили В.Б. Система комплексного геофизического мониторинга на территории Северной Осетии и задачи создания геолого-геофизического полигона // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа Коллективная монография по материалам IX Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 416-426.

30 Магомедов Р.А., Мамаев С.А. Некоторые результаты исследований геотектонических условий и современной сейсмичности Восточного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2019. № 1. С. 29-42.

31 Чернов Ю.К., Чернов А.Ю., Чигишвили М.И. Модели сильных движений грунта для вероятностного детального сейсмического районирования территории РСО-Алания. Часть 2 // Геология и геофизика Юга России. 2019. № 3. С. 161-178.

32 Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Онкозаболеваемость населения г. Владикавказа и его взаимосвязь с различными факторами // Геология и геофизика Юга России. 2013. № 3. С. 29-38.

33 Бериев О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Исследование экогеофизических и метеорологических факторов окружающей среды г. Владикавказа // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 3. С. 27-39.

34 Бериев О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Распределение различных химических элементов и физических полей в пределах урбанизированных территорий и установление корреляционной зависимости с состоянием здоровья населения // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2017. № 71. С. 90-99.

35 Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Об экологических аспектах современной урбанизированной территории при сильных землетрясениях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2012. № 3. С. 62-67.

36 Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Кануков А.С., Майсурадзе М.В. Влияние горнодобывающей деятельности на загрязнение окружающей среды // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4-2. С. 8-13.

37 Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г., Кануков А.С. Влияние загрязненности водной среды горнодобывающей деятельности на заболеваемость населения // В сборнике: Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа IV Международная научно-практическая конференция. Посвящена 65-летию доктора физико-математических наук, профессора, Почетного деятеля науки и техники Российской Федерации, Заслуженного деятеля науки Республики Северная Осетия-Алания В.Б. Заалишвили. Ответственные редакторы: А.В. Николаев, В.Б. Заалишвили. 2014. С. 482-487.

38 Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г., Кануков А.С. Загрязнение урбанизированной территории промышленными отходами и заболеваемость населения // В книге: Геодинамика, вулканизм, сейсмичность и экзогенные геологические процессы природного и техногенного характера на Кавказе. Тезисы Всероссийской конференции. 2014. С. 18.

39 Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Бурдзиева О.Г., Кануков А.С., Закс Т.В. Взаимосвязь между техногенной загрязненностью урбанизированной территории отходами горнодобывающей промышленности и заболеваемостью населения // В сборнике: Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа Центр геофизических исследований, Заалишвили В.Б. (редактор). 2010. С. 433-438.

40 Заалишвили В.Б., Бурдзиева О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С., Бериев О.Г. Изучение развития новообразований у жителей урбанизированной горной территории // В сборнике: Молодые ученые в решении актуальных проблем науки 2011. С. 148-152.

41 Заалишвили В.Б., Бурдзиева О.Г., Кануков А.С., Архиреева И.Г., Дзобелова Л.В., Корбесова К.В., Маргошвили М.Т. Заболеваемость населения урбанизированной территории в условиях неблагоприятной экологической обстановки // В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа Коллективная монография по материалам IX Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 598-603.

42 Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Бурдзиева О.Г. Разработка базы данных заболеваемости взрослого населения г. Владикавказа новообразованиями // В сборнике: Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа Центр геофизических исследований, Заалишвили В.Б. (редактор). 2010. С. 439-444.

43 Бурдзиева О.Г., Бериев О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Взаимосвязь между распределением тяжелых металлов по урбанизированной территории и заболеваемостью онкологией // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 6 (74). С. 102-108.

44 Исследование состояния загрязнения почв в том числе пестицидами и радиоактивными веществами и подготовка экологических карт с нанесением геопатогенных зон: Отчёт о результатах работ по объекту; рук. Карданов А.Т.; исполн.: Грунина Т.В. [и др.]. – Владикавказ, 2014. 75 с.

УДК 069:55:622

DOI: 10.33580/2541-9684-2019-63-4-124-126

РОЛЬ НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИГ ОП ДФИЦ РАН

*Юсупов А.Р., Алхулаев К.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

Ключевые слова: музей, геология, ВУЗы, музейные экспозиции, научные исследования, профориентация школьников, культурно-просветительская работа.

THE ROLE OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITY OF THE GEOLOGICAL MUSEUM OF IG OP DFITS RAS

Yusupov A.R., Alkhulaev K.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

Геологические музеи играют важную научно-просветительскую роль в интеграции науки и образования [4]. Геологический Музей Института геологии Дагестанского научного центра РАН образован в 1962 году. В сферу его деятельности была заложена исследовательская работа, а также просветительская в области наук о Земле. К сожалению, в 1995 году вследствие пожара в главном корпусе ДНЦ РАН геологический музей был полностью уничтожен – помещение, коллекции, фондовый материал.

Учитывая важность (просветительской и научной) деятельности музея, в 2000 году ученый совет Института геологии ОП ДФИЦ РАН принял решение о его восстановлении. Специализированных помещений, пригодных для музея на выделенных этажах здания, куда был переведен Институт геологии после пожара, не было, поэтому экспозиция была размещена в коридорах института на двух этажах. Часть экспозиции размещена в конференц-зале. Официальный статус геологический музей получил в 2003 году. В соответствии с приказом по институту была сформирована музейная группа в составе 5 сотрудников во главе с руководителем к.г.-м.н. Юсуповым А.Р. За последние 15 лет экспозиция музея была существенно расширена. Его коллекция включает около 1500 образцов горных пород, руд, минералов, проб углеводородного сырья и других геологических образований, собранных большей частью на территории Республики Дагестан и России.

На основе изучения музейного собрания можно судить об условиях, существовавших на поверхности и в глубинах Земли на территории Республики Дагестан, реконструировать эволюцию органического и неорганического мира, исследовать условия рудообразования месторождений, а также проследить историю развития геологических знаний в Институте геологии. Музейное собрание продолжает постоянно пополняться в результате сборов в экспедициях, приобретений и дарений.

Следует отметить, что это единственный в настоящее время в Республике музей, располагающий систематической коллекцией, обычно существующих в музеях геологии. Музей известен в городских структурах г. Махачкалы (школах, колледжах, высших учебных заведениях). Он непрерывно обобщает информации, отбирает и перерабатывает ее для показа и рассказа музейными средствами, обновляет и совершенствует экспозиции.

Не секрет, что сегодня Россия испытывает значительные трудности в подготовке специалистов, ориентированных на освоение минерально-сырьевых ресурсов [1]. Поэтому в музее особое внимание уделяется работе по профориентации школьников.

Для того, чтобы организовать связь со школами Махачкалы и других районов республики в режиме онлайн-трансляций, музей закупает необходимое оборудование.

В продолжение сотрудничества на базе музея проходят практику студенты высших учебных заведений Дагестана, также им предлагается использовать площадку музея для проведения своих уроков.

Сотрудники музея активно ведут фундаментальные и прикладные исследования. Исследования проводятся в области металлогении и геодинамики, геоинформатики и геоинформационных систем в геологии на основе ГИС-технологий. Для проведения металлогенического анализа в музее создана и постоянно пополняется база данных месторождений Дагестана. Специалистами музея проанализировано распределение эндогенных и экзогенных месторождений твердых полезных ископаемых по местоположению, времени, запасам, геодинамическим условиям формирования.

В коллекции музея представлено около 40 шкафов и витрин также несколько экспозиций минералов и пород из других стран и регионов России. Размещенные в специализированных шкафах экспонаты распределены по определенной тематике [3]:

- магматические породы Дагестана;
- осадочные песчано-глинистые породы Дагестана;
- карбонатные породы Дагестана;
- глины и пески Дагестана;
- рудные минералы Дагестана;
- минералы с различных регионов России;
- магматические породы с различных регионов мира;
- осадочные породы с различных регионов мира;
- коллекция горного хрусталя;
- кремни Дагестана;
- пильные карбонатные породы Дагестана;
- конкреции Дагестана;
- нерудные минералы Дагестана;
- мраморизованные известняки Дагестана;
- вулканические пеплы Дагестана;
- ископаемая фауна и флора Дагестана;
- коллекции старейших геологов Дагестана;
- мрамора с различных регионов мира;
- различные уникальные образцы;
- различные породы и минералы.

Современные подходы к представлению музейных коллекций требуют проведения работ по развитию геологического музея [2]. В связи с этим авторы предлагают свою точку зрения на развитие этого подразделения.

1. Пополнение коллекций образцов по классификационным признакам минералов, горных пород, других геологических объектов.

2. Усиление наглядным материалом разделов по районам республики с различным геологическим строением с целью более полного отражения их регионального характера.

3. Пополнение коллекций образцов, демонстрирующих отражение геологических процессов древних и современных на территории Дагестана: магматических, метаморфических, осадочных, гипергенеза и др.

4. Геологический музей ИГ ОП ДФИЦ РАН должен отражать богатую геологическую историю и нацеливать на решение вопросов республики, а также сотрудничества с другими регионами России.

5. Учебно-методическая работа - подготовка и издание учебно-методической литературы с использованием образцов фонда геологического музея, а также материалов с применением данных, полученных в результате исследования музейных образцов.

6. Проведение регулярных профориентационных мероприятий нацеленных на популяризацию геологических специальностей.

7. Формирование электронной базы данных, содержащей полное описание и высококачественные фотографии экспонатов.

8. Разработка на основе сформированной базы данных сайта музея, позволяющего демонстрировать тематические подборки геологических образцов и проводить виртуальные экскурсии.

9. Проведение научно-исследовательской работы сотрудников, аспирантов, студентов ВУЗов с использованием материалов музея, что в свою очередь будет способствовать плановой систематизации и классификации каменных объектов, а также решать практические задачи республики по дополнительному изучению геологического строения недр.

Одной из первостепенных задач является создание в музее экспозиции по условиям залегания и породам-коллекторам месторождений углеводородов региона. В плане развития музея предусматривается также создание новых разделов: истории геологического изучения и освоения природных богатств, истории геологического развития региона, экологии и техногенеза. Известно, что музейное дело и инвентаризация геологических достопримечательностей взаимосвязаны, поэтому развитие его предусматривает также осуществление через экскурсии или геологический туризм знакомство с геологическими памятниками непосредственно в обнажениях или горных выработках, что позволит способствовать более широкой популяризации геологических знаний и доступности к природным памятникам широких слоев населения [5].

Сочетание музейных коллекций и геологических памятников под открытым небом - это тот прогрессивный путь развития музейного дела, который планируется взять на вооружение в Институте геологии ОП ДФИЦ РАН [6;8]. Предложенные меры позволят поднять учебную, научную, учебно-методическую, деятельность музея на новый уровень, укрепить материально-техническую базу ИГ в целом и связи с производством. Геологический музей станет мощным инструментом в научно-просветительской работе.

Литература

1. Брюшкова Л. П. Коллекции геологических музеев как часть культурного наследия. — М.: Наука, 1993. 94 с.
2. Геологический музей: сб. тр. — М. : ГТМ РАН, 1994. 85 с.
3. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Экспозиция кремней музея Института геологии ДНЦ РАН Альманах-7, Музеи Российской академии наук, М., «Научный мир», 2007, с.23-28.
4. Панкратьев П.В. Геологический музей Оренбургского государственного университета: состояние и перспективы развития /П.В. Панкратьев, В.С. Дубинин //Интеграция науки и образования как условие повышения качества подготовки специалистов: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – С. 55- 57.
5. Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Геолого-географические памятники Дагестана. Научная конференция «Гидрогеология и некоторые прикладные аспекты геологии Восточного Кавказа», Махачкала. Вып.59, 2013.
6. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И. Области распространения и типы геологических памятников Дагестана ИГ, вып. № 63. Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия. Махачкала. 2014. С. 335-340.
7. Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Курбанова Г.М., Гусейнова А.Ш. Природные памятники области внутреннего сланцевого Дагестана Тр. Института геологии ДНЦ РАН, вып. № 66. Махачкала 2016. С. 120-124.
8. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Юсупов А.Р., Курбанисмаилова А.С. Применение электронных баз данных в геологических исследованиях //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 67. С. 309-315.

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 ДНЦ РАН
© Коллектив авторов

ISSN: 2541-9684

Научное издание

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

Ежеквартальный научный журнал
Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН
Выпуск № 4 (79) 2019

Издаются по решению ученого совета ИГ ДНЦ РАН

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

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

Подписано в печать 20.12.2019 г. Формат 60x84¹/₈.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 11,6. Уч.- изд. л. 6. Тираж 200 экз. Заказ №19-10-078.



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