



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геологии
Дагестанского федерального
исследовательского центра РАН

ISSN: 2541-9684

№ 3 (94), 2023
Ежеквартальный
научный журнал

"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"

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

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

Научно-редакционный совет:

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

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

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н., г.н.с., ДФИЦ РАН

к.т.н., в.н.с., ДФИЦ РАН

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

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

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

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

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

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

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

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

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

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

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdficran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕДИМЕНТАЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ КИЗЛЯРСКОГО ЗАЛИВА В 19-21 ВЕКАХ <i>Идрисов И.А., Черкашин В.И.</i>	4
РЕАКЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ДАГЕСТАНА НА СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ <i>Атаев З.В.</i>	10
ВАРИАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В РАЗЛОМНО-БЛОКОВОЙ СТРУКТУРЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Магомедов Р.А., Мусаев М.А.</i>	15
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОХРАНИЛИЩА, ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПЕРЕФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА <i>Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., Идармачев И.Ш.</i>	28
ОСОБЕННОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЕ МОГОХ ШАМИЛЬСКОГО РАЙОНА <i>Идрисов И.А., Мамаев С.А., Атаев З.В., Сулейманов В.К., Мамаев А.С., Алимагомедов А.А.</i>	35
ОБ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПАХ КАРТОГРАФИИ ПОЧВ ПОДВЕРЖЕННЫХ ОПУСТЫНИВАНИЮ <i>Залибеков З.Г., Мусалаева П.Д., Мурзаева Л.З.</i>	42
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ ДАГЕСТАНА <i>Самедов Ш.Г., Газалиев И.М., Юрченко Св.А.</i>	55
ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СРОКА РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД (на примере АЙОПЗ) <i>Курбанисмаилова А.С., Кондаков В.М., Ибаев Ж.Г., Газалиев И.М., Магомедов Р.А.</i>	61
МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ ЖАРОСТОЙКИЙ БЕТОН НА МЕСТНОМ АНОДИСПЕРСНОМ КРЕМНЕЗЕМИСТОМ СЫРЬЕ <i>Тотурбиев Б.Д., Мамаев С. А., Рагимов Р.Ф., Тотурбиев А. Б.</i>	68
ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИХ ПЕСЧАНИКОВ ВАНАШИМАХИНСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ <i>Сулейманов В.К., Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Баркуева Л.С., Алхулаев К.Г., Ахмедов А.М.</i>	76
МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ ОБЛАСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА <i>Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Мамаев С.А., Сулейманов В.К., Юсупов З.А., Мамаев А.С., Ахмедов А.С., Алилова Г.А.</i>	82

УДК 551.351

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-4-9

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕДИМЕНТАЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ КИЗЛЯРСКОГО ЗАЛИВА В 19-21 ВЕКАХ

Идрисов И.А., Черкашин В.И.
Институт геологии ДФИЦ РАН

В статье рассматриваются вопросы условий формирования и строения современных отложений береговой зоны Прикаспийской низменности. Представлены данные полевых исследований разрезов к западу от берега Кизлярского залива. Установлено наличие литологических разнообразных слоев, закономерно сменяющих друг друга. Формирование различных слоев происходило в различных состояниях Каспийского моря (подъеме, стабилизации, падении). Исследования строения разрезов показывает важность детальной реконструкции истории развития моря для понимания истории формирования отложений верхнего голоцена в Каспийском бассейне.

Ключевые слова: седиментация, литология, трансгрессия, регрессия, углерод, Каспийское море.

GEOECOLOGICAL ASPECTS OF SEDIMENTATION OF THE COASTAL ZONE OF KIZLYAR GULF IN THE 19-th - 21-st CENTURIES

Idrisov I.A., Cherkashin V.I.
Institute of Geology DFIC RAS

The article discusses the conditions for the formation and structure of modern sediments of the coastal zone of the Caspian lowland. Data from field studies of sections west of the shore of Kizlyar Bay are presented. The presence of lithologically diverse layers regularly replacing each other has been established. The formation of different layers occurred in different states of the Caspian Sea (rise, stabilization, fall). Studies of the structure of the sections show the importance of a detailed reconstruction of the history of the development of the sea for understanding the history of the formation of Upper Holocene deposits in the Caspian basin

Key words: sedimentation, lithology, transgression, regression, carbon, Caspian Sea.

Объект исследований

Кизлярский залив является крупным природным объектом Северного Каспия. В условиях изменений уровня моря и накопления разнообразных отложений его конфигурация непрерывно меняется. Также идут процессы накопления субстрата в пределах как современного залива, так и на прилегающих территориях, которые в разные этапы функционировали как залив.

Последовательная смена условий осадконакопления обусловила формирование последовательной смены отложений. Изучение этих отложений позволяет уточнить историю развития моря в это время, а также уточнить особенности накопления отложений в восточной периферии залива и на прилегающей суше (бывшем дне залива). Участок работ показан на рис. 1. Береговая зона здесь магистрально протягивается с севера на юг. Аналогичная форма отмечалась и в разные периоды 19-21 веков. При этом конфигурация линии «берега» имеет весьма причудливые очертания, да и само ее выделение для условий сплошного развития тростниковых плавней представляется сложным и неоднозначным. Поверхность в целом отличается очень пологим падением с запада на восток, с перепадом в пределах 0,0001 (1 метр на 10км). Обзор литературы и современные данные по особенностям седиментации в Каспийском море представлены в работе (Леин и др., 2016).

Методы

Береговая зона Кизлярского залива отмечается значительной динамикой. Это ярко проявляется в изменениях площади суши и моря (Идрисов, Гусейнова, 2022). В ходе работ был проведен анализ разновременных космоснимков и карт. Использование современных и архивных космоснимков активно используется для региона (Петров и др., 2016; Лазарева, 2021 и др.).

Нами выделены участки в береговой зоне Кизлярского залива которые отличались разной историей развития в 20-21 веке. В частности была оконтурена территория которая залегает к востоку и ниже береговой линии конца XX века. Эта линия соответствует максимальному уровню моря в течение последних ста лет (Каспийское море, 2005). Полевые разрезы закладывались восточнее этой линии, где предполагалась определенная динамика трансгрессивно-регрессивных фаз. Участок работ выбирался в соответствии с особенностями геоморфологии региона. Особенностью территории является относительно ровный берег с отсутствием значимых вдоль береговых потоков наносов и удаленностью от устьев рек как современных, так и древних (Идрисов, 2016). Для участка в целом характерно пассивное затопление и осушение. В целом рельеф относительно плоский и полого погружается на восток. Отмечаются лишь слабо-выраженные береговые уступы и валы высотой до 0,5м. Современная эрозионная сеть выражена слабо. В окрестностях животноводческих кутанов выражены обширные нарушенные территории с яркой дефляцией в радиусе сотен метров от кутанов.

Проведен анализ космоснимков и карт разного времени. Оконтурены поверхности в разное время становившиеся сушей и морем. Предварительно выделены различные элементы рельефа береговой зоны. К числу основных отнесены береговые валы и оконтуренные ими лагуны.



Рис. 1. Район работ в западной периферии береговой зоны Кизлярского залива.

Район работ расположен в 25-30 км на север от поселка Кочубей (Тарумовский район, Дагестан), в 8-15 км на восток от федеральной автодороги в районе пункта Имени Карла Маркса. Координаты центра района работ: 44°36'5.28"С / 46°41'46.46"В. Абсолютная высота около -

27,2 м. Современный уровень Каспийского моря (Северного Каспия) в октябре 2023г составил - 28,9 м.

Отложения исследованы разрезами на глубину до 1,0м. Глубже во многих разрезах начинаются грунтовые воды.

Результаты

В большинстве исследованных разрезов выявлено следующее строение отложений (рис. 2). В описании слоев приведены цифры, показанные на схеме рисунка 2.

В нижней части профиля отмечаются пески (1) желтые тонкозернистые. Видимая мощность 30см, возможно больше, ни в одном разрезе не были вскрыты полностью. Пески кварцевые и представляют собой дериваты аллювия реки Кума. Ранее было показано что аллювий Кумы представляет собой в основном эродированные песчаники неогена со Ставропольской возвышенности. В отличие от него аллювий реки Терек и Сулак, представлен серыми песками – эродированными сланцами и песчаниками юры из высокогорий Кавказа.

Выше они перекрыты горизонтом глины опесчаненной серо-голубого цвета (2). Мощность порядка 18 см. В ней иногда фиксируются остатки крупных корневищ тростника. Многочисленны крупные бурые пятна, вероятно, по визуальнo не сохранившимся корневищам. Встречаются бурые прослой (толщиной до 2 мм) на отдельностях внутри глин и многочисленныe мелкие размытые бурые пятна. Вниз по профилю насыщенность цвета снижается, выделяется горизонт голубовато-желтого цвета, значительно возрастает доля песка.

Далее залегает слой песка-ракушечника (3). Часто встречаются крупные целые раковины моллюсков. Цвет песка желто-бурые. Мощность до 11см. Подошва и кровля слоя резкие.

Выше залегает слой глин серо-голубых с коричневым оттенком (4). Мощность до 12 см.

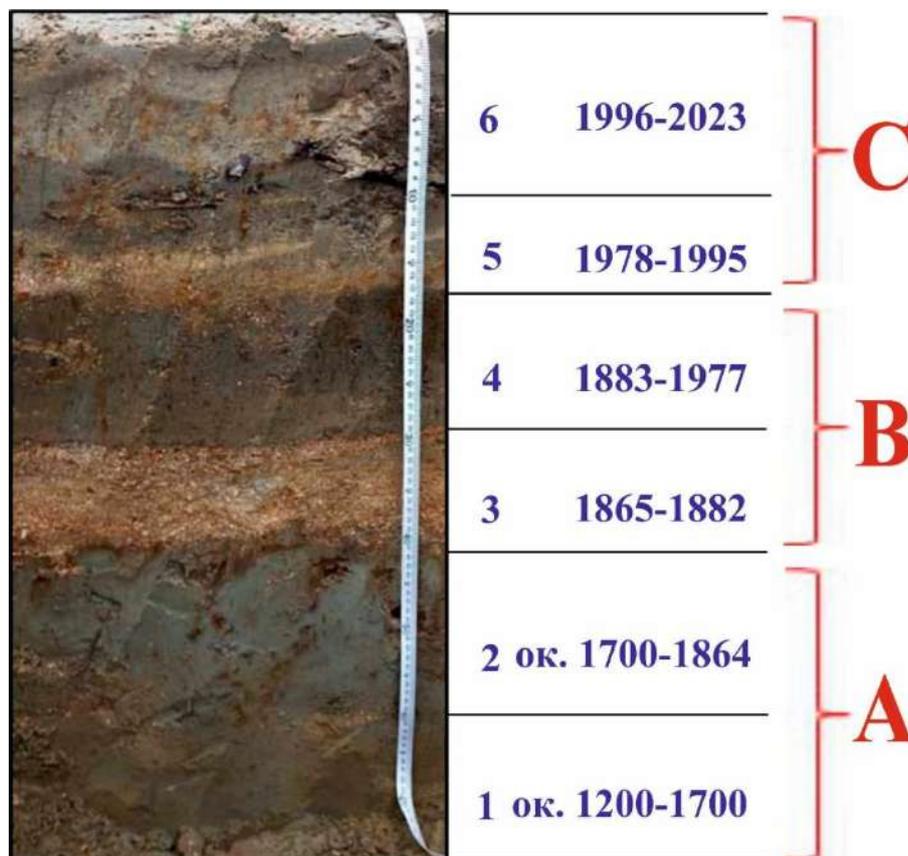


Рис. 2. Фото разреза. Схема строения.

Выше залегает слой песка ракушечника с отдельными линзами глины (5). Мощность до 7 см. Подошва слоя резкая, зубчатая.

Выше залегает слой глины серо-сизой (6), с крупными остатками корневищ тростника. Мощность до 14 см. Верхняя часть слоя осветленная и опесчаненная.

Во всех слоях глин (2, 4, 6) отмечаются пятна бурого цвета.

Выводы

На основе сравнения известной истории изменений уровня Каспийского моря в XX-XXI вв и исследованных разрезов составлена модель формирования выявленных слоев и приуроченности их к конкретным изменениям уровня моря. На основе модели представлена схема (рис. 2).

За последние 160 лет накопился слой осадков мощностью 40 см. Скорость осадконакопления в среднем составляет 2,5 мм в год. При этом фактическая скорость осадконакопления была резко неравномерной. Отмечаются и периоды отсутствия накопления осадков (в периоды регрессий). Более того для этих периодов вероятно развитие дефляции и удаления части верхней толщи. Соответственно для верхних частей слоев (рис. 1 – 2, 4, 6) возможно наличие переветренных и опесчаненных (за счет выдувания пылевой фракции) прослоев.

Глинистые горизонты (рис. 2 – 2, 4, 6) представляют собой погребенные почвы формировавшуюся в условиях тростниковых плавней. Заметно, что все три почвы в целом имеют одинаковую мощность. Вероятно, формирование таких почв связано с закреплением глинистого материала в пределах куртин тростника. Соответственно их мощность связана с наличием таких куртин, а не с длительностью существования куртин.

Слои песка ракушечника (рис. 2 – 3, 5) фиксируют подъемы уровня моря.

Слой тонкого песка (рис. 2 – 1) в основании разреза сформировался в период подъема уровня моря, когда в регионе еще не было крупных тростниковых плавней. Он в основном представляет собой переотложенный аллювий реки Кума.

Наличие трех погребенных глинистых слоев, то есть трех погребенных почв тростниковых плавней и перекрытие их песчаными прослоями трансгрессивных фаз в целом соответствует схеме строения отложений описанной для Туралинской лагуны (Касимов и др., 2012). Однако в силу специфики Кизлярского залива в разрезах представлены последствия трех периодов формирования подобных плавневых комплексов со специфическими породами и почвами. Схожие погребенные почвы разных периодов голоцена многократно фиксируются и в других разрезах юга Прикаспийской низменности (Карпычев, 1986; Идрисов, 2014 и др.).

Установленные нами разрезы отложений XX-XXI вв в западной периферии Кизлярского залива таким образом являются типичными для преимущественно морских разрезов значительной части голоцена большей части Северного Каспия. Для участков и отложений с доминированием аллювиальных процессов подобная структура отложений будет осложняться (Идрисов, Гусейнова, 2022).

В разрезах представлены отложения трех трансгрессивных фаз (А, В, С). Каждая фаза формирует пачку отложений представленную песком в нижней части, глиной в верхней части. Начало формирования каждой пачки связано с началом подъема уровня моря с предыдущего регрессивного минимума. Формирование подобных «трансгрессивных» серий осадков на наш взгляд было обусловлено не формированием глубоководных условий в которых откладывались глины. Механизм аккумуляции глин вероятно был иным. В околководной среде формировались заросли тростника с формированием биогенных берегов – плавней. В пределах тростниковых зарослей (куртин) в строгом соответствии с особенностями роста тростников и трансформации береговой зоны сгонно-нагонными явлениями интенсивность волновых процессов резко снижается. Многочисленные стволы и корни создают спокойную среду в которой и формируются

подобные глинистые отложения. Которые фактически представляют собой основной вариант почв тростниковых плавней (маршевых почв (Касимов и др., 2012). Понижения между куртинами подвержены периодическим процессам стока нагонных вод и в них накапливается преимущественно песок и в целом характерен более динамичный режим.

Важный вывод можно сделать в плане изучения динамики углерода в отложениях прикаспийских равнин и тесно связанного с ними дна моря. В этой связи можно отметить что в последние годы внимание к изучению потоков углерода в географической оболочке в России сильно возросло. Предложен ландшафтный подход к изучению потоков углерода (Керимов и др., 2021; Атаев, Братков, 2022; Гуня и др., 2022), изучению динамики углерода в морской среде (Буканова и др., 2022). Имеются данные о потоках углерода из воды в осадки Каспийского моря (Лисицын, Лукашин, 2015).

В этой связи выявленные нами особенности седиментации береговой зоны Северного Каспия показывают, что пульсирующий трансгрессивно-регрессивный режим моря определяет формирование геологически значимого потока на захоронение углерода. Суммарные объемы подобного выведения углерода для Прикаспийского региона могут быть значительными. По данным Касимова и др. (2012) на 1 га маршево-сульфидных почв (аналога тростниковых плавней) содержится более 200 ц/га углерода. В ракушечных отложениях (которые состоят в основном из карбоната кальция), также содержится много углерода. Площадь для которой реализуется такой алгоритм для Дагестана может оцениваться в десятки тысяч гектар (Идрисов, Гусейнова, 2022). Анализ реальных потоков углерода в береговой зоне Каспийского моря требует дополнительных исследований, но в целом это важный и ранее не отмеченный фактор глобального цикла углерода.

Работа выполнена в рамках госзаданий Института геологии ДФИЦ РАН № 1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Атаев З.В., Братков В.В. Региональные ландшафтные особенности создания карбонового полигона в республике Дагестан // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 1. С. 25-36.
2. Буканова Т.В., Бубнова Е.С., Александров С.В. Дистанционный мониторинг морской площадки карбонового полигона "Росьянка" (Балтийское море): первые результаты // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 6. С. 234-247.
3. Гуня А.Н., Гайрабеков У.Т., Гагаева З.Ш. Изучение ландшафтной структуры для оценки углеродного баланса горных экосистем // Геология и геофизика Юга России. 2022. Т. 12. № 3. С. 170-181.
4. Идрисов И.А. Геоморфология береговой зоны Кизлярского залива. Труды заповедника Дагестанский. 2016. Вып.12. С.23-30.
5. Идрисов И.А. Разрезы голоценовых отложений востока Терско-Сулакской низменности // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Махачкала, Вып.9. 2014. С.40-47.
6. Идрисов И.А., Гусейнова А.Ш. Береговая зона западного Каспия в условиях падения уровня моря. В книге: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Москва, 2022. С.436-442.
7. Карпычев Ю.А. Динамика формирования Аграханской косы по данным радиоуглеродных датировок // Водные ресурсы. 1986. №6. С. 50-56.
8. Касимов Н.С., Касатенкова М.С., Геннадиев А.Н., Лычагин М.Ю. Современная геохимическая эволюция лагунно-маршевых ландшафтов Западного Прикаспия // Почвоведение. 2012. № 1. С. 9.
9. Керимов И.А., Гайрабеков У.Т., Махмудова Л.Ш. Карбоновый полигон Чеченской республики: ландшафтные особенности и структура // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2021. Т. 6. № 3 (25). С. 35-47.

10. Лазарева В.Г. Пространственное распределение растительного покрова северо-западного Прикаспия в современных геоэкологических условиях. Автореферат дисс. канд. геогр. наук. Тюмень. 2021. 32с.
11. Леин А.Ю., Лисицын А.П., Кравчишина М.Д., Козина Н.В., Дара О.М. Современное осадкообразование: седиментогенез и ранний диагенез. В книге: Система Каспийского моря. Российская академия наук, Институт океанологии им. П.П. Ширшова. Москва, 2016. С. 303-399.
12. Лисицын А.П., Лукашин В.Н. Вещественный состав рассеянного осадочного вещества и его потоки в толще вод Каспийского моря // Доклады Академии наук. 2015. Т. 464. № 2. С. 220.
13. Петров К. М., Бананова В. А., Лазарева В. Г., Унагаев А. С. Космический мониторинг динамики тростниковых плавней побережья северо-западного Прикаспия // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. Геология. География. 2016. Вып. 2. С. 107–113. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2016.210

УДК 911.2

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-10-14

РЕАКЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ДАГЕСТАНА НА СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Атаев З.В.

*Институт геологии ДФИЦ РАН, г. Махачкала;
Центр географических исследований КБНЦ РАН, г. Нальчик*

Приводится анализ региональных особенностей климатической динамики ландшафтов Республики Дагестан. Материалом исследования явились климатические показатели опорных метеостанций. Используются методы осреднения, интерполяции и экстраполяции климатических показателей. Антропогенная деятельность привела к «затушевыванию» климатических показателей, для анализа которых необходимо проведение детальных климатических исследований ландшафтов республики.

Ключевые слова: Республика Дагестан, глобальный климат, современные климатические изменения, климатическая изменчивость ландшафтов.

REACTION OF DAGESTAN LANDSCAPES TO MODERN CLIMATE CHANGES

Ataev Z.V.

*Institute of Geology, DFRC RAS, Makhachkala;
Center for Geographical Research, KBSC RAS, Nalchik*

An analysis of regional features of the climatic dynamics of landscapes of the Republic of Dagestan is provided. The research material was the climatic indicators of reference weather stations. Methods of averaging, interpolation and extrapolation of climatic indicators were used. Anthropogenic activity has led to the “obscuring” of climatic indicators, the analysis of which requires detailed climatic studies of the landscapes of the republic.

Key words: Republic of Dagestan, global climate, modern climate changes, climatic variability of landscapes.

Республика Дагестан характеризуется значительным разнообразием горных и равнинных ландшафтов, имеющих свою специфику в структуре восточно-кавказского (дагестанского) типа высотной поясности. Реакция ландшафтов региона на современные климатические изменения рассмотрены в работах В.В. Браткова, З.В. Атаева [3]; В.В. Браткова, Ш.Ш. Заурбекова, З.В. Атаева [4]; З.В. Атаева, В.В. Браткова, М.И. Гаджибекова [1; 2]; И.А. Керимова, В.В. Браткова, Л.Р. Бекмурзаевой [5] и других.

При анализе климатических показателей опорных метеостанций региона нами применялись апробированные для Кавказа методики описания современных изменений климата, включая метод осреднения данных нескольких метеостанций для одного ландшафта (в случае, если в пределах одного ландшафта имеется несколько метеостанций), метод распространения данных одной метеостанции на один ландшафт (в ландшафте имеется только одна метеостанция), метод осреднения данных двух метеостанций и присваивание этих значений для ландшафтного контура, лежащего между ними (когда метеостанции находятся приблизительно на равном расстоянии в двух соседних ландшафтах), метод интерполяции данных двух или нескольких метеостанций на территорию ландшафта, в котором отсутствует метеостанция, при помощи различных интерполяционных формул (наиболее часто встречающийся вариант в горных условиях), метод экстраполяции данных одной метеостанции на ландшафты, в которых нет метеостанций (применяется в основном в высокогорных и гляциально-нивальных ландшафтах, в которых нет метеостанций), метод ландшафтных аналогий.

Ландшафтное разнообразие территории вызвано, прежде всего, климатическими особенностями. Климатическая динамика ландшафтов по высотным ярусам за последние 60 лет при-

ведена на рис. 1-3, в которые приведены среднегодовые температуры воздуха (рис. 1), количество атмосферных осадков (рис. 2) и, как производное от них – коэффициент увлажнения (рис. 3), выявляющие особенности сезонной и межгодовой динамики ландшафтов.

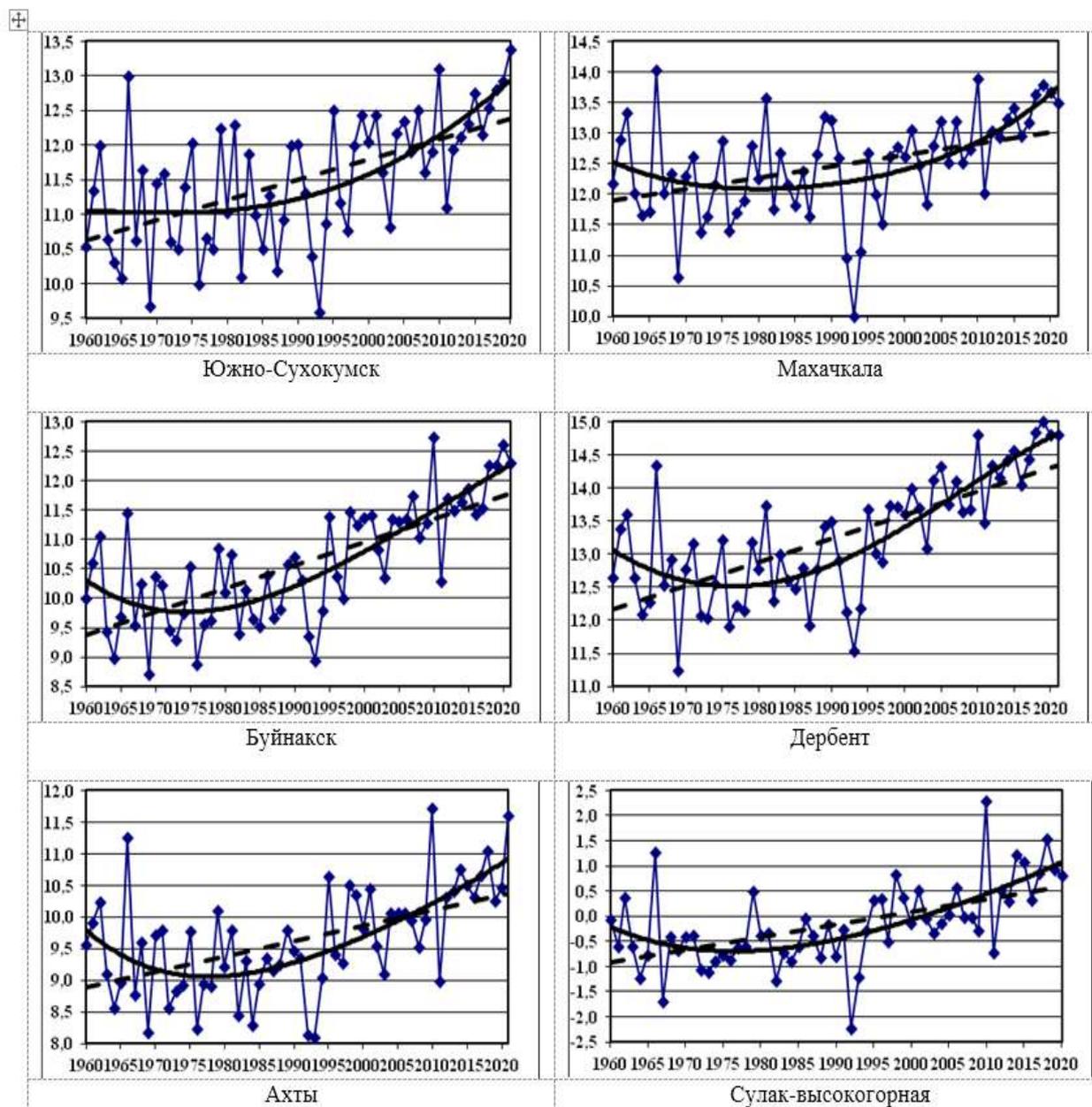


Рис. 1. Изменения средней годовой температуры воздуха в ландшафтах за последние 60 лет. Здесь и далее (рис. 2-3): условные обозначения: пунктирная линия – линейный тренд, сплошная – полиномиальный тренд

Как видно из представленных данных (рис. 1), на всей территории республики отмечается в разной степени выраженности рост годовой температуры воздуха. Так, в равнинной части этот процесс протекает активнее, чем в горной. Данный факт иллюстрируется тем, что в равнинной части максимум средней годовой температуры воздуха отмечался в последний год (Дербент, Южно-Сухокумск), тогда как на всех остальных метеостанциях он был ранее – в 2010 году (обусловлен вулканической активностью в Исландии).

Показатели годового количества осадков (рис. 2) и их изменчивость не имеют столь однозначной тенденции, как температура воздуха. Она проявляется в короткопериодических (2-3, реже 3-5 лет) или однонаправленных изменениях (рост или сокращение количества осадков). Исключением является высокогорная зона (Сулак-высокогорная), где в последние годы отмечается ярко выраженная тенденция сокращения количества осадков. С учетом роста температуры воздуха можно предположить негативное влияние этих процессов на современное оледенение.

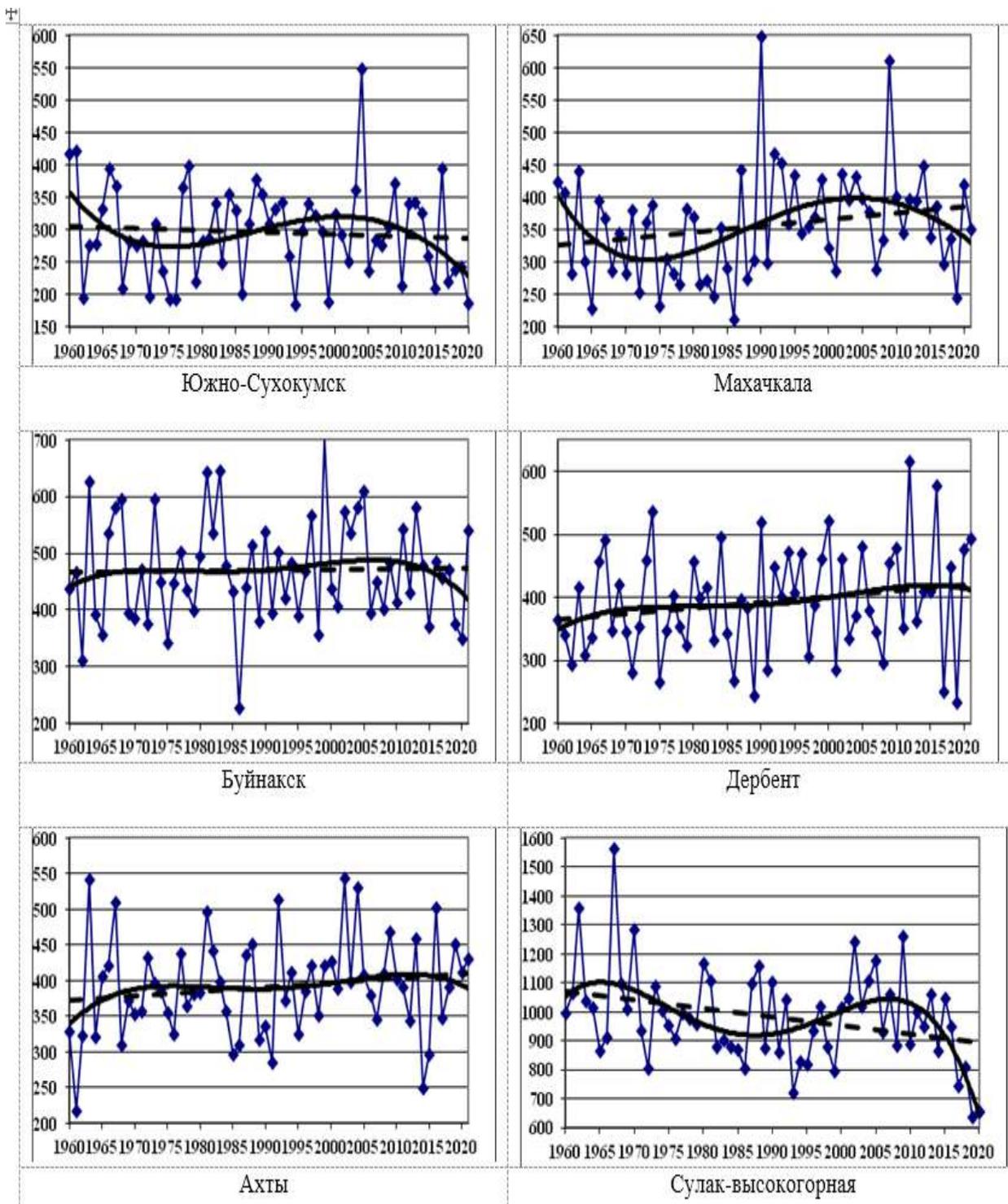


Рис. 2. Изменения годового количества осадков в ландшафтах за последние 60 лет

Что касается коэффициента увлажнения, то его тренды (рис. 3) иллюстрируют или слабую стабильность (Южно-Сухокумск, Махачкала, Ахты, Буйнакск), либо в разной степени ухудшение условий тепловлагообеспечения (Дербент, Сулак-высокогорная).

В целом, оценивая климатические изменения, следует отметить, что, если в равнинной части республики они в целом совпадают с глобальными и региональными трендами, то в горной части влияние рельефа значительно осложняет общую картину.

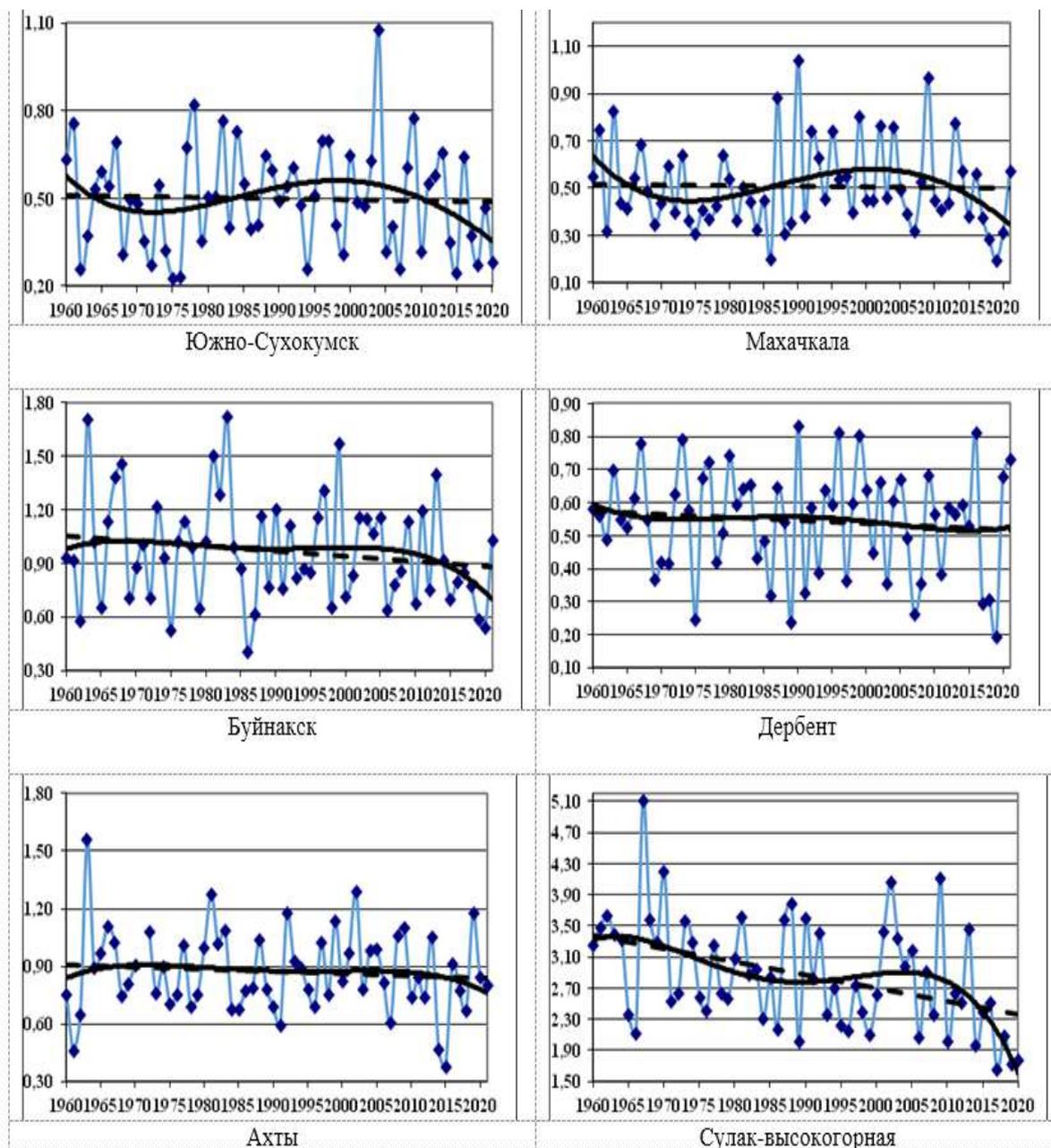


Рис. 3. Изменения коэффициента увлажнения в ландшафтах за последние 60 лет

Для его оценки необходимы дальнейшие локальные ландшафтные исследования. Предстоящие исследования позволят заложить научно-методические основы для разработки критериев и показателей землепользования в ландшафтах. Значительные социально-экономические изменения в муниципальных структурах республики и множество экологических причин затухали климатические изменения ландшафтов. Поэтому актуально проведение детальных

климатических измерений откликов ландшафтов региона на современную климатическую динамику, что немаловажно для устойчивого развития территории.

Работа выполнена в рамках госзаданий Института геологии ДФИЦ РАН № 1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджибеков М.И. Реакция полупустынных ландшафтов Приморской низменности Дагестана на современные климатические изменения // Юг России: экология, развитие, 2014, т. 9, № 4, с. 27-39.

2. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджибеков М.И. Аридные ландшафты Северного Кавказа: пространственная структура, реакция на климатические изменения и антропогенная трансформация // Материалы VIII международного симпозиума «Степи Северной Евразии», 2018, с. 123-126.

3. Братков В.В., Атаев З.В. Оценка влияния современных климатических условий на природно-территориальные комплексы Северо-Восточного Кавказа (по материалам дистанционного зондирования Земли) // Мониторинг. Наука и технологии, 2017, № 2 (31), с. 6-14.

4. Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Атаев З.В. Реакция геосистем Большого Кавказа на современные климатические изменения (по материалам дистанционного зондирования земли) // Материалы международной научно-практической конференции «Эффективное развитие горных территорий России: Горный форум – 2016», 2016, с. 110-119.

5. Керимов И.А., Братков В.В., Бекмурзаева Л.Р. Изменчивость климатических условий аридных ландшафтов Северного Кавказа // Коллективная монография по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием "Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа (ГЕОКАВКАЗ 2021)", 2021, с. 444-449.

УДК 551.24

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-15-27

ВАРИАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В РАЗЛОМНО-БЛОКОВОЙ СТРУКТУРЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Магомедов Р.А., Мусаев М.А.
Институт геологии ДФИЦ РАН

На фоне современного геодинамического развития региона приводится анализ рассчитанной сейсмической активности (A_{10}) и ее пространственно-временное распределение на исследуемой площади. Установлено что, область с максимальным значением A_{10} приурочена к миндалевидной структуре Дагестанского выступа, ограниченная со всех сторон глубинными субкавказскими и поперечными к ним разломами и имеющей историческую, а также, повышенную современную сейсмическую активность. Обращено внимание на необходимость исследования исторических землетрясений и следов палеосейсмических событий, а также, на противоречивость оценки максимальной магнитуды землетрясений как показателя оценки сейсмического риска тесно связанного с первыми. Отмечена необходимость учета катастрофических геологических и климатических процессов, которые могут рассматриваться как факторы, влияющие на социально-политическую и социально-экономическую стабильность сообществ. При этом степень уязвимости общества к природным катастрофам может являться индикатором развития в данном сообществе кризисной социально-экономической ситуации, сопровождающейся ростом его уязвимости к внешним неблагоприятным катастрофическим воздействиям.

Ключевые слова: сейсмическая активность, движения земной коры, геодинамические блоки, разломы, дизъюнктивные узлы, землетрясения, магнитуда, зоны ВОЗ.

VARIATIONS OF SEISMIC ACTIVITY IN THE FAULT-BLOCK STRUCTURE OF THE EASTERN CAUCASUS

Magomedov R.A., Musaev M.A.
Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences

Against the background of the modern geodynamic development of the region, the analysis of the calculated seismic activity (A_{10}) and its spatial and temporal distribution on the studied area is given. It was found that the area with the maximum value of A_{10} is confined to the almond-shaped structure of the Dagestan protrusion, bounded on all sides by deep Subcaucasian and transverse faults and having historical, as well as increased modern seismic activity. Attention is drawn to the need to study historical earthquakes and traces of paleoseismic events, as well as to the inconsistency of the assessment of the maximum magnitude of earthquakes as an indicator of the assessment of seismic risk closely related to the first. The necessity of taking into account catastrophic geological and climatic processes, which can be considered as factors affecting the socio-political and socio-economic stability of communities, is noted. At the same time, the degree of vulnerability of a society to natural disasters can be an indicator of the development of a crisis socio-economic situation in a given community, accompanied by an increase in its vulnerability to external adverse catastrophic impacts.

Keywords: seismic activity, movements of the earth's crust, geodynamic blocks, faults, disjunctive nodes, earthquakes, magnitude, zones of possible earthquake foci.

Введение

Пространственные и временные характеристики сейсмической активности являются экстремальным проявлением тектонических сил отражающих современные геодинамические процессы, происходящие в верхних оболочках нашей планеты. Изучение этих процессов является необходимым элементом исследования причин эволюции земной коры, а, следовательно, имеет важное значение как для теоретических, так и для практических задач, в частности, для сейсморайонирования и выявления зон ВОЗ.

Известно что, Восточный Кавказ является самым сейсмоактивным регионом юга России. Анализ опубликованных исследований подтверждают общее сжатие Северного Кавказа, кото-

рое является не только прямым следствием давления, оказываемого Аравийской плитой на Кавказский сегмент подвижного, тектонически активного Альпийско-Гималайского пояса, но и внутренними геодинамическими причинами: коровым и мантийным диапиризмом, молодым вулканизмом, альпийским орогенезом в пределах мегантиклинория Большого Кавказа. Быстрое горизонтальное смещение в северо-восточном направлении со скоростями 26–28 мм/год установлено в результате GPS измерений [22] (табл. 1., рис. 1).

Таблица 1.

Скорости горизонтальных движений GPS станций в системе ITRF 2008

Код	V_e (мм/год)	V_n (мм/год)	V (мм/год)	Азимут (град.)
ARDN (Ардон)	25.26 ± 1.11	11.07 ± 1.11	27.58 ± 1.11	66.33
CRAO (Крым)	24.15 ± 0.78	12.47 ± 0.78	27.18 ± 0.78	62.69
KISL (Кисловодск)	25.25 ± 0.83	11.60 ± 0.82	27.79 ± 0.83	65.33
LATZ (Лац)	25.22 ± 0.99	11.51 ± 0.99	27.72 ± 0.99	65.47
PRTN (Притеречный)	25.69 ± 1.00	10.76 ± 1.00	27.85 ± 1.00	67.27
TRSK (Терскол)	25.55 ± 0.82	12.21 ± 0.82	28.32 ± 0.82	64.46
VLKK (Владикавказ)	25.19 ± 0.97	11.78 ± 0.97	27.81 ± 0.97	64.94
ZECK (Зеленчукская)	25.72 ± 0.78	11.76 ± 0.78	28.28 ± 0.78	65.43

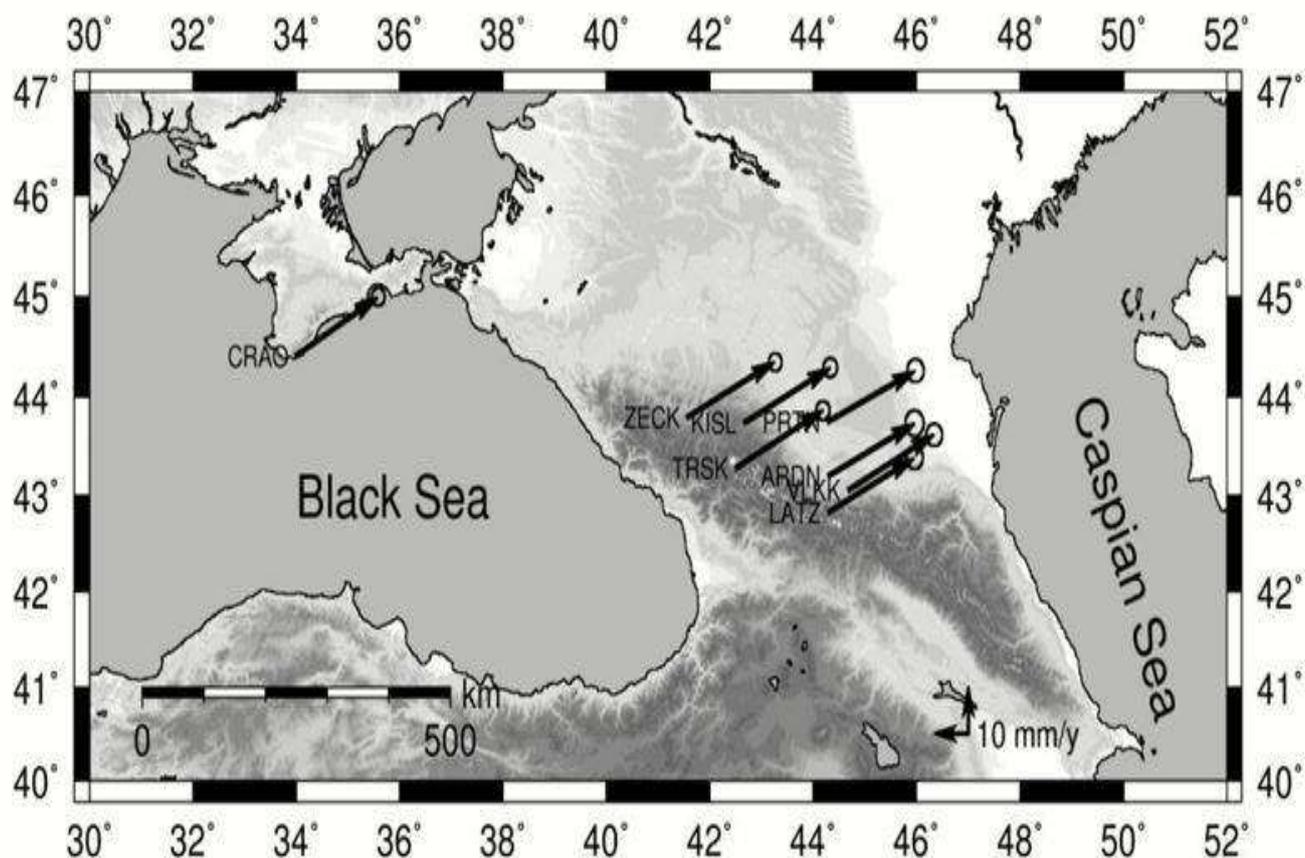


Рис. 1. Современные скорости горизонтальных движений Северного Кавказа и Крыма [22]

Современное относительно более быстрое смещение Северного Кавказа обусловлено общим тектоническим движением Альпийско-Гималайского пояса относительно ITRF (Международная общеземная система отсчета) и Восточно-Европейской платформы. Относительно неподвижной Евразии выявлено общее сжатие региона со скоростью 1-2 мм/год, которое является источником современной геологической и сейсмической активности в пограничной области Кавказа и Восточно-Европейской платформы.

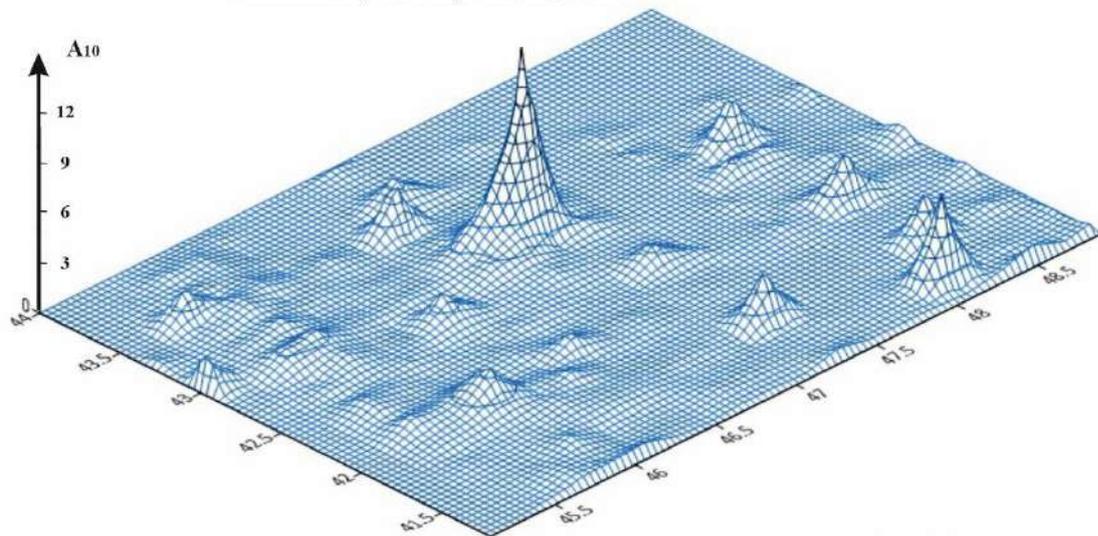
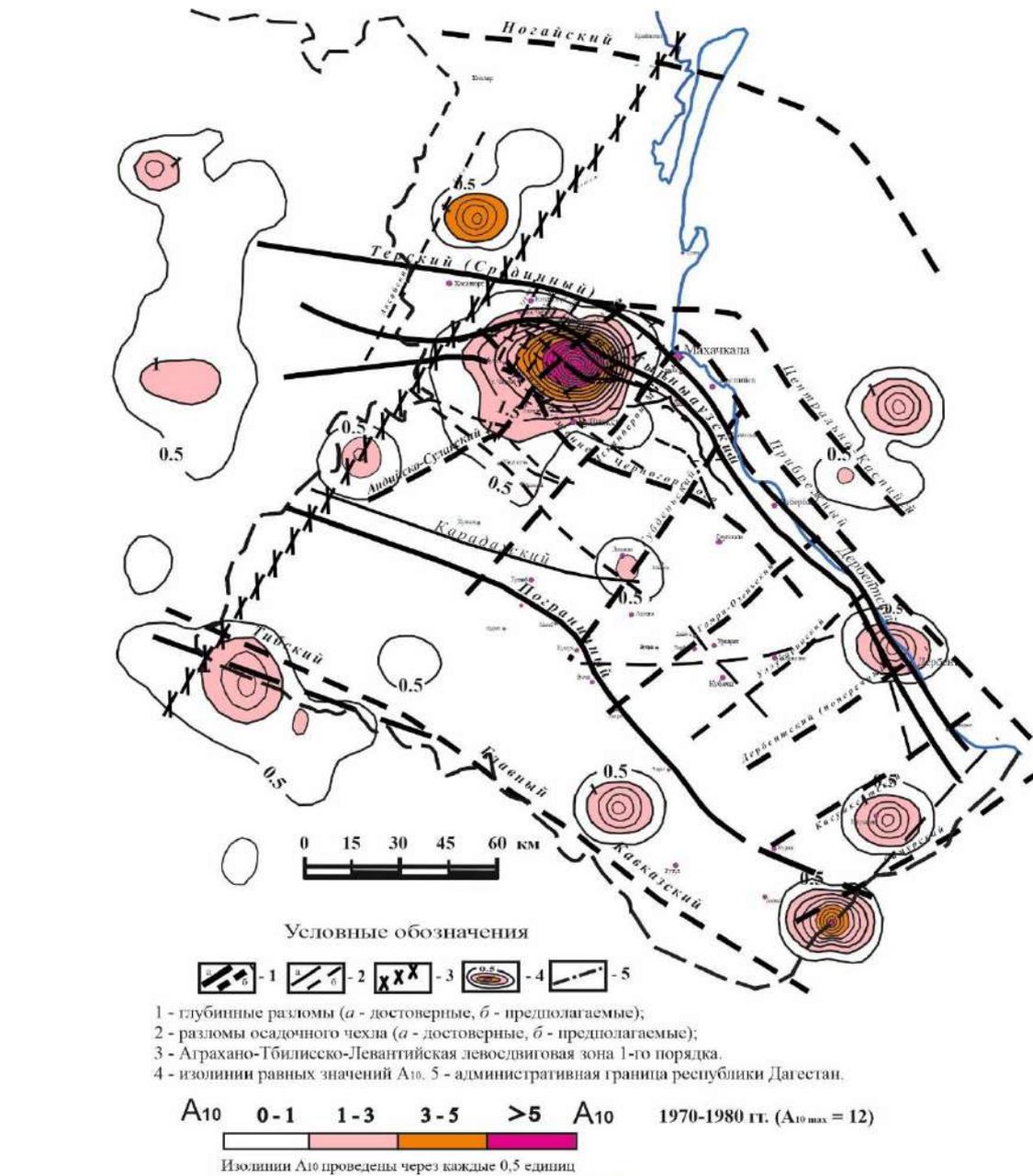
Регион представляет собой типичный пример коллизионной тектоники, характеризующейся деформацией сжатия в субмеридиональном направлении, растяжением в субширотном направлении и общим поднятием горной системы Большого Кавказа. В результате регион характеризуется наличием активных сейсмогенных разломов, таких как Срединный, Пшекыш-Тырныаузский, Черногорский с продолжением через Дагестан в сторону Азербайджана, Пограничный, отделяющий Боковой хребет от главного кавказского хребта, а также поперечные к ним Андийско-Сулакский, Искендерун-Махачкалинский, Губденский, Гамри-Озеньский Дербентский поперечный, Самурский и др. разломы. Результатом горизонтальных смещений является сжатие кавказского сегмента Альпийско-Гималайского подвижного пояса, слои осадочных и вулканических пород которого сминаются в складки, а блоки основания испытывают разнонаправленные смещения, верхние горизонты коры нарушаются взбросами и надвигами.

Материал и методы исследования

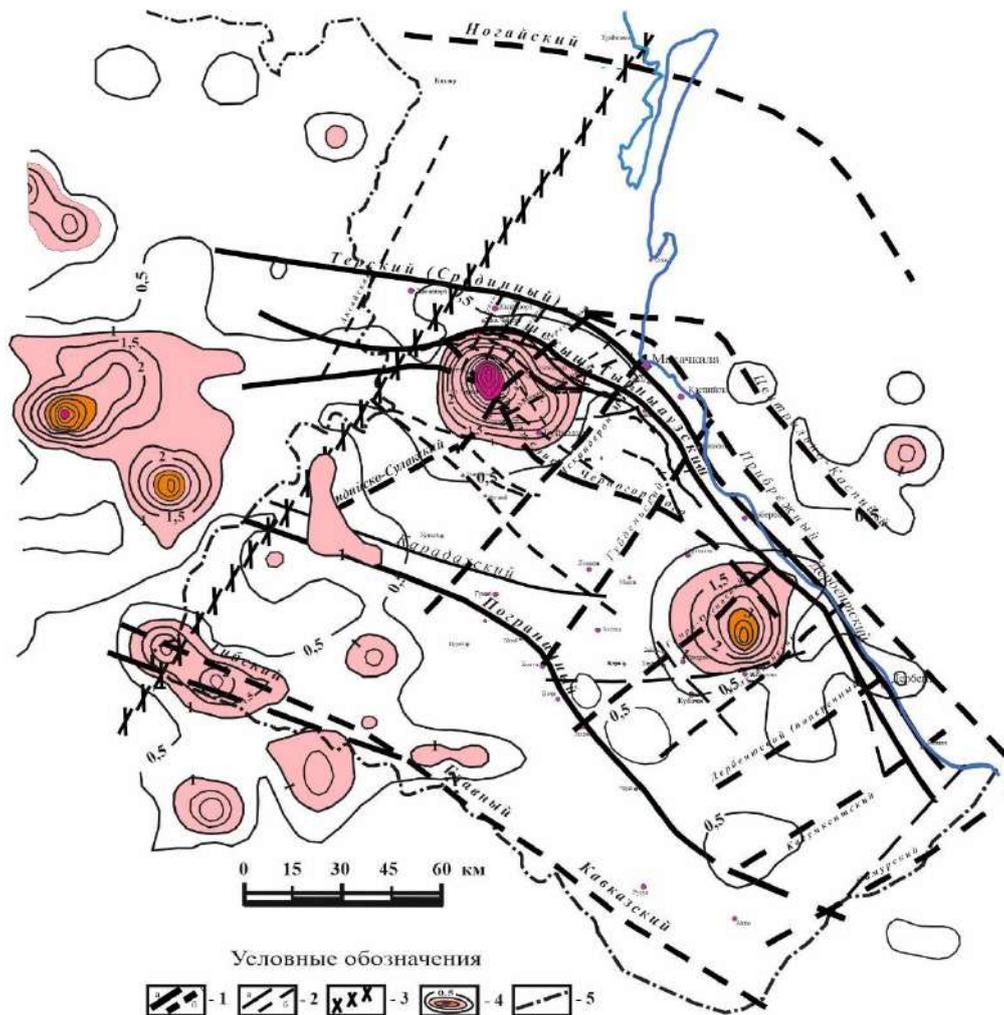
В работе проведены расчеты пространственно-временного распределения сейсмической активности (A_{10}) в С-В сегменте Восточного Кавказа с целью выявления ее локальных аномалий и связи, которые могут быть приурочены к геодинамическим блокам с высокими значениями потенциала геосейсмической опасности полученными за прошедший (2022 г.) этап исследований. Для расчетов A_{10} привлекался сводный каталог землетрясений Восточного Кавказа [29]. Расчет производился по известной эмпирической формуле [1, 3, 21, 25, 26]:

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

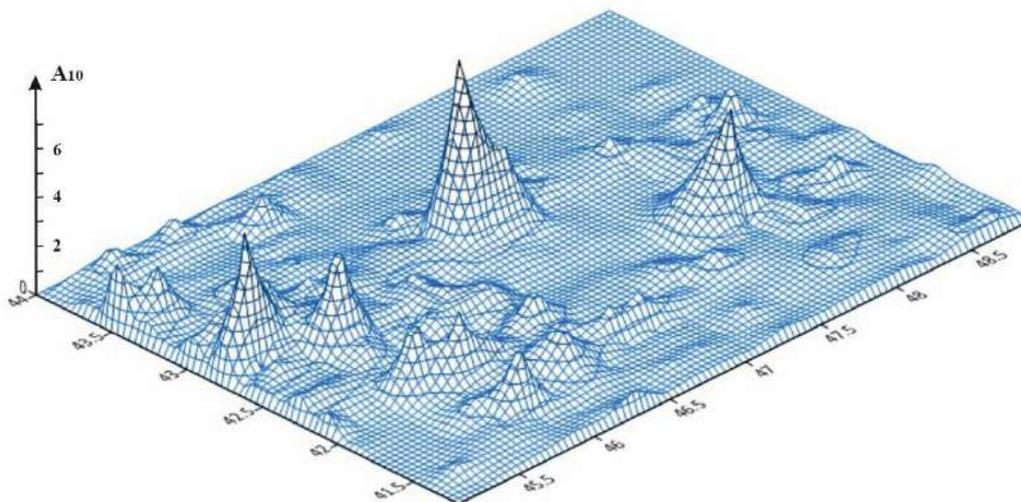
По полученным данным, с использованием программы Surfer, построены карты изолиний A_{10} за инструментальный период наблюдений с разбивкой его на десятилетия (1970-1980 гг.; 1981-1990 гг.; 1991-2000 гг.; 2001-2010 гг.; 2011-2022 гг.). Построенные карты изолиний (2D и 3D) распределения A_{10} (рис. 2 (а, б, в, г, д)) показывают динамично-мозаичное ее распределение по площади, т.е. нестационарность процесса в течение времени охватываемого каталогом.



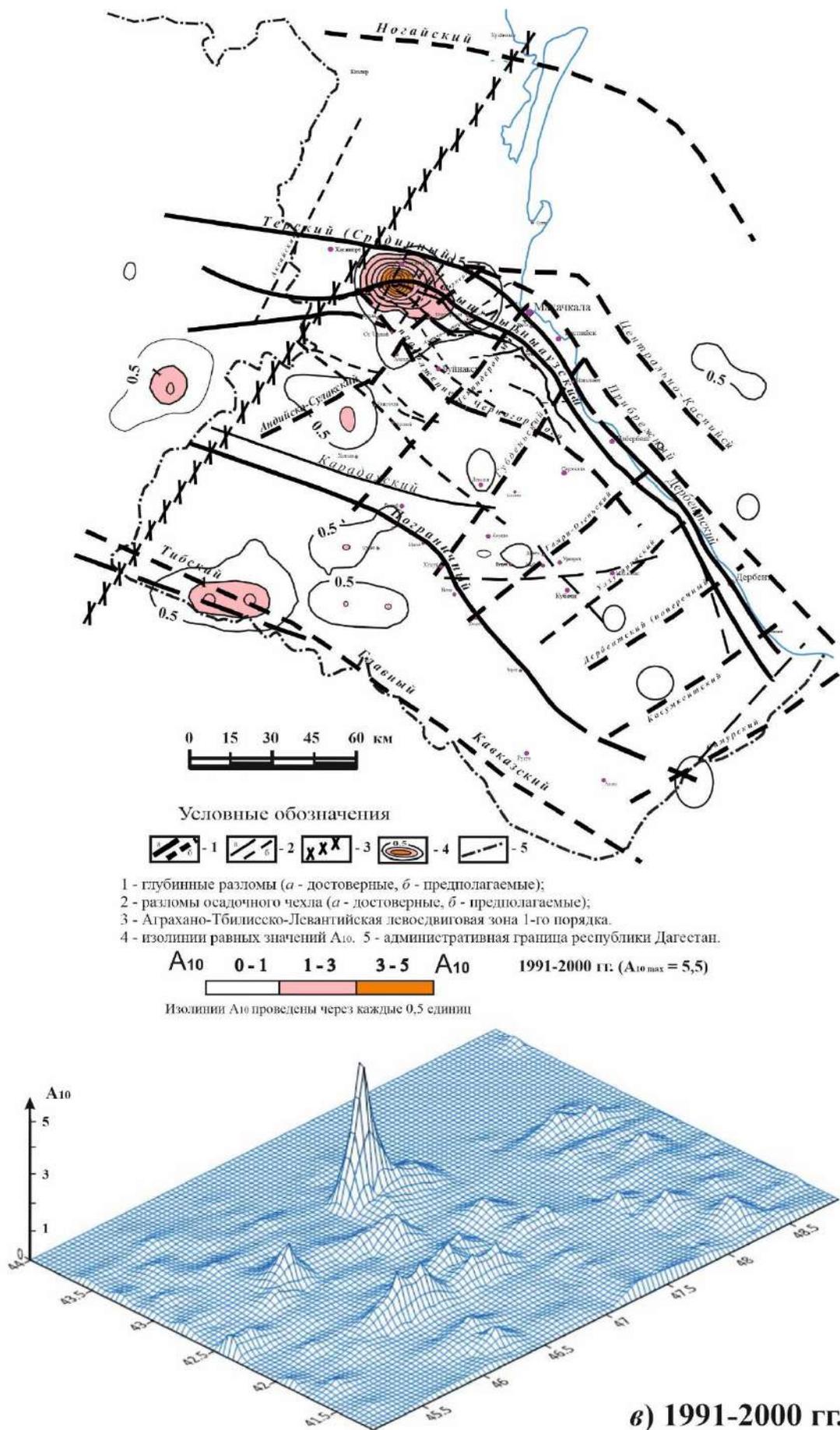
a) 1970-1980 гг.

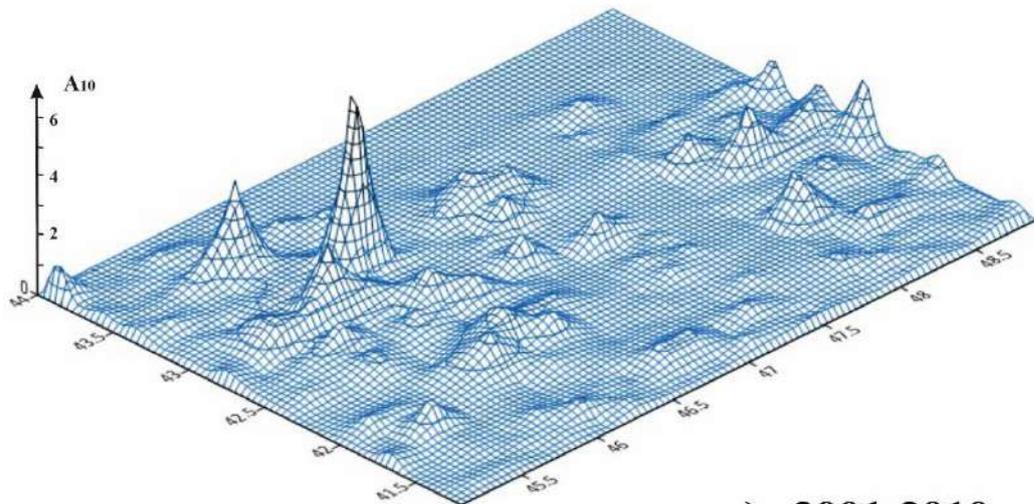
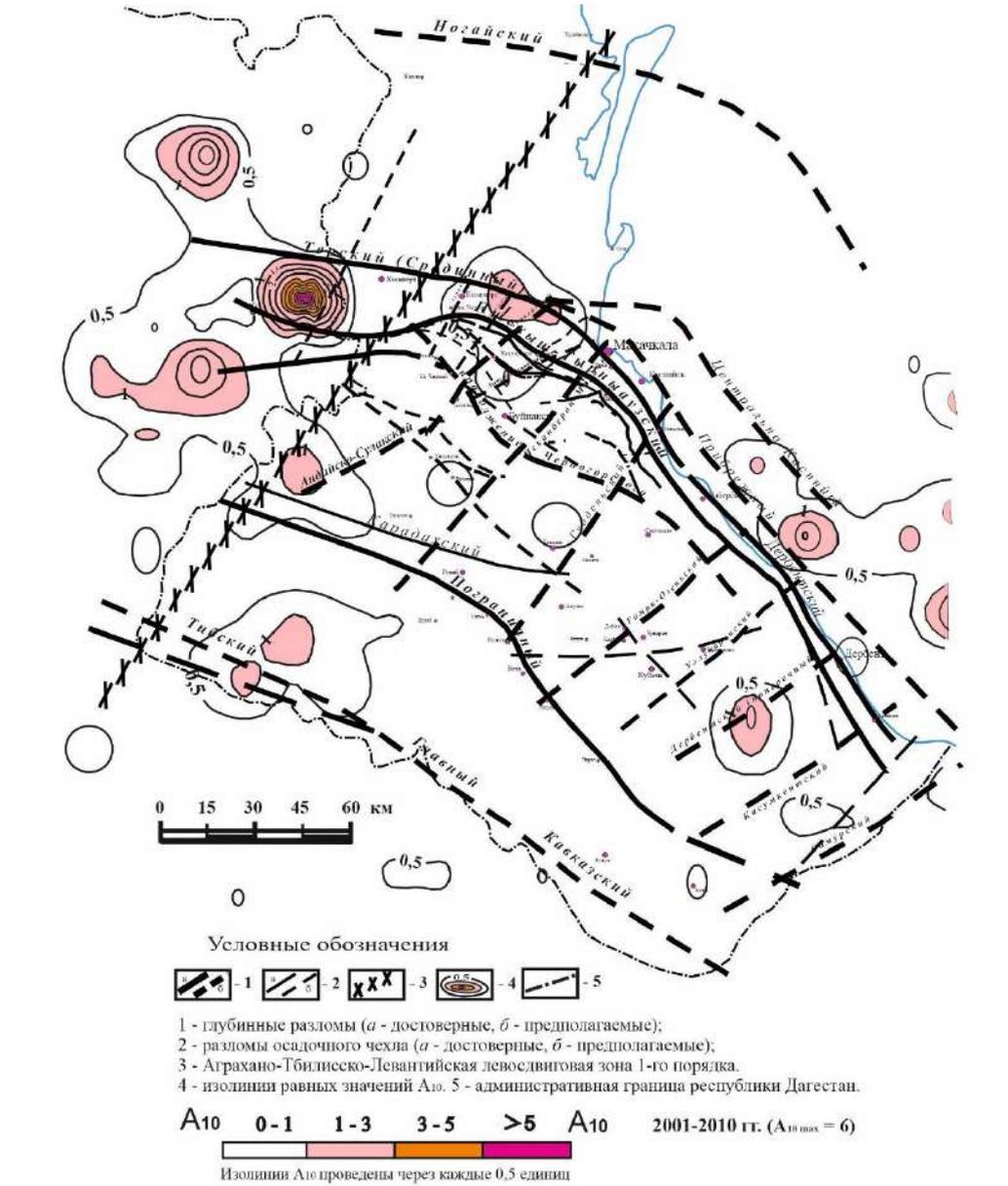


- 1 - глубинные разломы (а - достоверные, б - предполагаемые);
 2 - разломы осадочного чехла (а - достоверные, б - предполагаемые);
 3 - Аграханско-Тбилисско-Левантийская левосдвиговая зона 1-го порядка.
 4 - изолинии равных значений A_{10} . 5 - административная граница республики Дагестан.



б) 1981-1990 гг.





з) 2001-2010 гг.

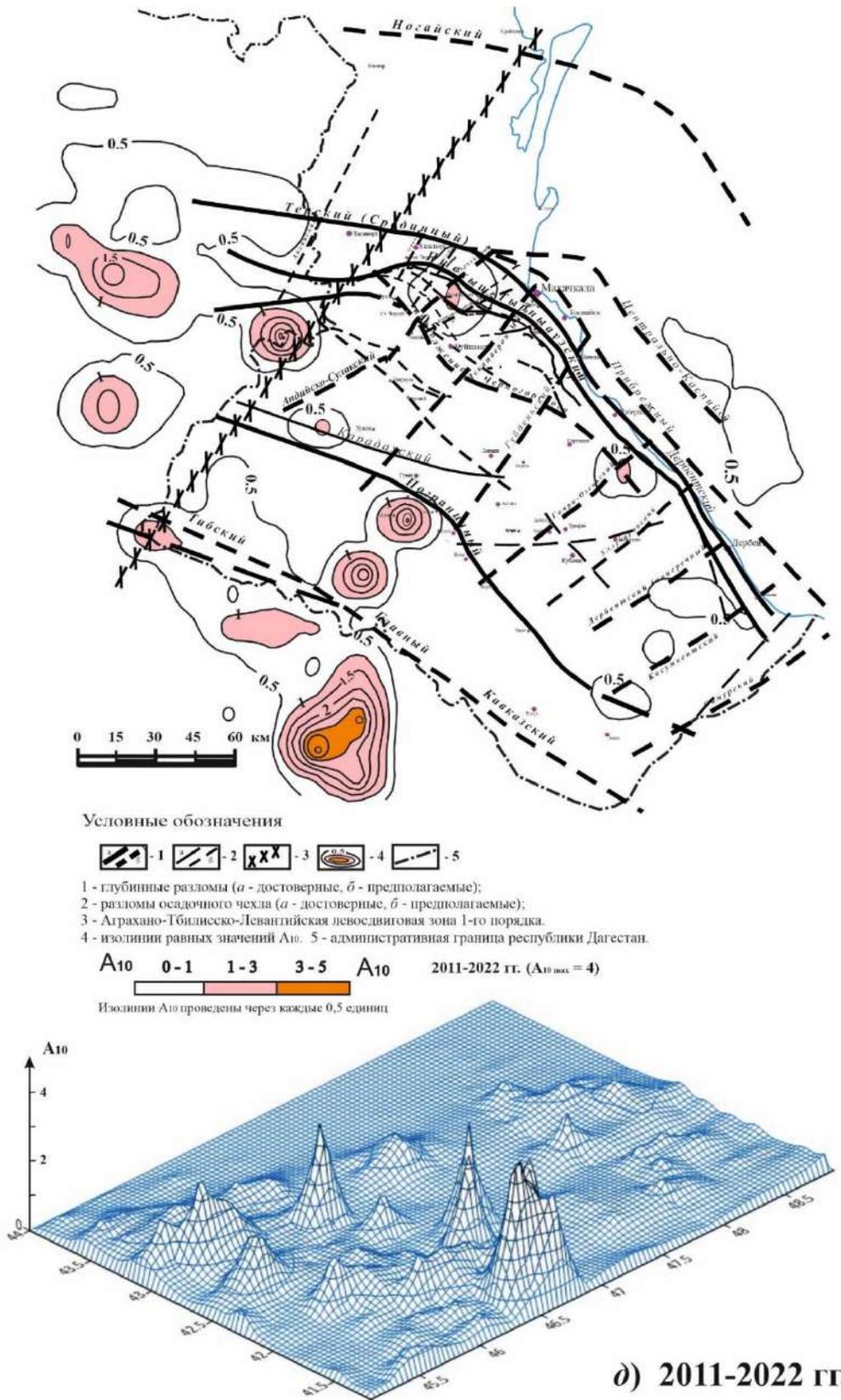


Рис. 2 (а,б,в,г,д). Карты пространственно-временного распределения сейсмической активности (A_{10}) в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа

Результаты и обсуждение

Наложение полученных изолиний A_{10} на карту разломно-блоковой тектоники региона демонстрирует что, области с максимальными ее значениями A_{10} приурочены к миндалевидной структуре Дагестанского выступа, ограниченной со всех сторон глубинными субкавказскими и поперечными к ним разломами и имеющей историческую, а также, повышенную современную сейсмическую активность [18, 19, 25]. Здесь же простираются узкие (шириной несколько км) линейно-вытянутые в субкавказском направлении, межблоковые зоны (участки новейших поднятий и опусканий земной коры) - район Миатлов, Шамхал-Булака и Экибулака, где в майкопское время отмечалось интенсивное грабенообразование, в которых мощность осадков в 2 и более раз превышали значения в сопряженных блоках. Глубины гипоцентров в горстах в среднем составляют 25 км, а в смежных грабенах – около 10 км, что вероятно соответствует их принадлежности к наклонным сейсмофокальным пластинам, о чем свидетельствует и интенсивность сотрясаемости до 9 баллов при разных глубинах гипоцентров.

Локальные аномалии A_{10} тяготеют к геодинамическим блокам с высокими значениями потенциала геосейсмической опасности [17 (в печати)] (рис. 3) и к зонам пересечения глубинных субкавказских и поперечных к ним разломам – так называемым «дизъюнктивным узлам».

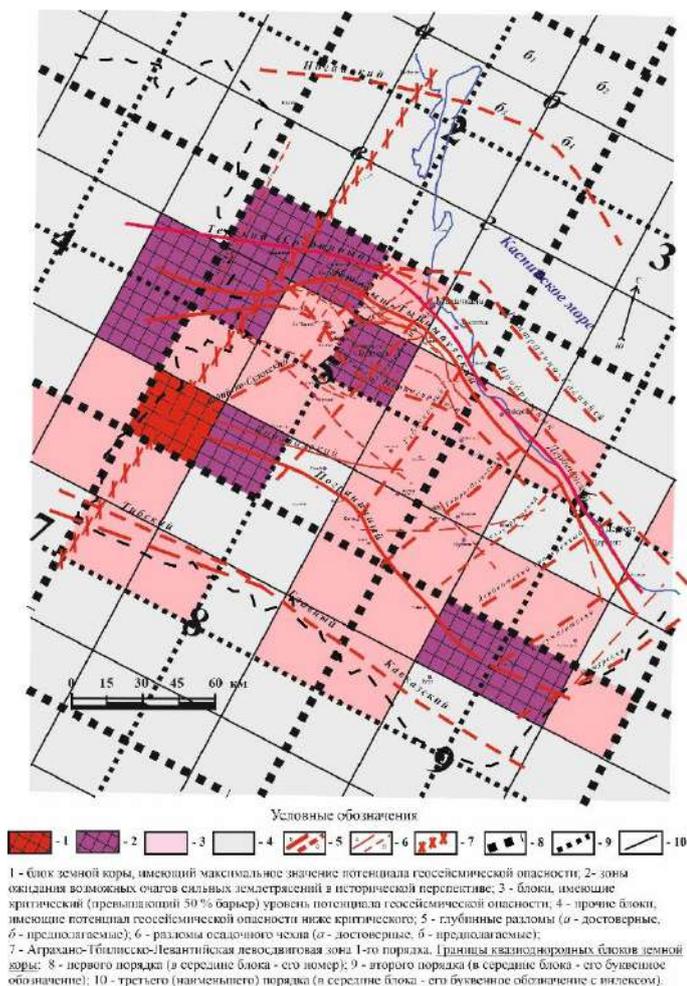


Рис. 3. Схема оценки потенциала геосейсмической опасности с зонами дизъюнктивных узлов северо-восточного сегмента Восточного Кавказа [17]

Анализ сейсмической активности региона показывает что, этот процесс нестационарный в течение времени, охватываемого каталогом как, и в течение времени исторической ретроспективы и, вероятно, исторической перспективы.

Значение показателя максимальной магнитуды (M_{\max}) сейсмологами и геофизиками оценивается на основе сеймотектонических и геологических соображений, которые предполагают стационарную сейсмичность во времени, охватывающем несколько сотен, десятков тысяч лет или дольше. Такая оценка не может быть выполнена и проверена на практике. И это уже ставит под сомнение возможность надежной оценки M_{\max} на практике. Подтверждения сомнительности возможности надежной оценки M_{\max} можно найти в том факте, что существует множество случаев, когда карты сейсмической зональности и зон ВОЗ с указанием M_{\max} приходилось и приходится модифицировать и обновлять. Ни один инструментальный каталог не охватывает период более 120 лет. Чтобы добиться кардинального улучшения оценки M_{\max} , необходим инструментальный каталог на порядок длиннее имеющихся, то есть порядка 1000-1500 лет.

Для правильной, адекватной оценки сейсмической опасности важна комплексная интерпретация результатов исследований из различных областей наук о Земле, в частности, палеосейсмических, геодезических, морфоструктурного районирования и др., поскольку использование только каталогов землетрясений может ошибочно привести к неправильным картам опасности (обычно заниженным).

Данные о палеосейсмичности убедительно свидетельствуют, о гораздо более крупных землетрясениях на протяжении длительного периода времени. Свидетельства разрушений поселений человека в результате землетрясений в истории сейсмоактивных областей достаточно многочисленны. Такие катастрофы часто происходят неоднократно в одном и том же месте. Так, например, в результате проведенных обследований в г. Дербент (Дагестан) установлено [13], что его монументальные фортификационные сооружения начиная с VI в. несколько раз подвергались сильным сейсмическим воздействиям. Определены эпизоды сильных сейсмогенных разрушений. На участке сасанидской кладки – куртины и башни южной стены цитадели – отмечены повороты по часовой стрелке вокруг вертикальной оси по межблоковым швам, произошедшие в позднеасанидское и раннеарабское время (VI – начало VIII в.). Эти повреждения имели значительную величину и были результатом сильного сейсмического воздействия. Выявлены многочисленные перестройки и перекладки в оборонительных стенах города этого периода. Границе арабского периода и времени Дербентского эмирата (VIII–XI вв.) отвечает сильный сейсмогенный разрыв в верхней части северной городской стены между цитаделью и воротами Джарчи-капы. Середина XIV в. (1360-е годы) – время разрушения и ремонта Джумамечети. Концу XVIII в. отвечает повреждение сейсмическими колебаниями женской бани. К этому же времени относятся тектонические смещения блоков основания дома Петра I.

Дополнительным отягчающим сейсмическое воздействие фактором может являться и отмеченная в работах [12, 14, 27 и др.] тенденция к кластеризации сильных сейсмических событий во времени. В этом случае новое сильное землетрясение наносит удар по еще не восстановленной социально-экономической системе, отчего его последствия могут оказаться относительно более тяжелыми.

Статистика природных катастроф указывает на возможность возникновения редких, экстремально тяжелых по своим последствиям природных катастроф, в частности разрушительных землетрясений. Возможно, что именно память о таких экстремально сильных событиях нашла отражение в мифах самых разных цивилизаций о конце света, Всемирном потопе и иных подобных бедствиях. Историческая наука, однако, зачастую игнорирует такие примеры. В качестве причин упадка тех или иных цивилизаций (этносов) древности почти всегда указываются политические или военные факторы, реже упоминаются экологические причины или изменение климата, и почти никогда землетрясения или иные природные катастрофы.

В статьях [12, 14, 27 и др.] на основе сравнения палеосейсмических данных и исторических свидетельств обоснованно приводятся примеры, когда сильнейшие землетрясения прошлого (иногда кластер таких событий) предшествовали социально-экономическому упадку данного этноса или даже смене типа землепользования с развитого поливного земледелия на кочевое животноводство. Приводятся примеры и обратной взаимосвязи между социально-экономической ситуацией и воздействием природных катастроф, когда социально-экономический кризис приводил к заметно большей уязвимости данного сообщества к внешним воздействиям, в частности к росту потерь от природных катастроф.

Заключение

1. Анализ опубликованных результатов измерений GPS-ГЛОНАС-наблюдений показывает, судить можно только о крупномасштабных горизонтальных и вертикальных движениях всего региона. Выявление интенсивных локальных аномалий вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности, которые могут быть приурочены к геодинамическим блокам с высокими значениями потенциала геосейсмической опасности не представляется возможным из-за редкой сети станций GPS на С-В сегменте Восточного Кавказа. Результаты опубликованных исследований подтверждают общее сжатие Северного Кавказа которое является не только прямым следствием давления, оказываемого Аравийской плитой на Кавказский сегмент подвижного, тектонически активного Альпийско-Гималайского пояса, но и внутренними геодинамическими причинами: коровым и мантийным диапиризмом, молодым вулканизмом, альпийским орогенезом в пределах мегантиклинория Большого Кавказа. Вероятно, что высокочастотная часть спектра тектонических движений, с которой, в основном, связаны современные движения земной коры, имеет глобальную природу. Кавказский сегмент Альпийско-Гималайского подвижного пояса сжимается, слои осадочных и вулканических пород сминаются в складки, блоки основания испытывают разнонаправленные смещения, а верхние горизонты коры нарушаются взбросами и надвигами.

2. Установлено, что пространственно-временное распределение A_{10} на исследуемой территории динамично-мозаичное и оно связано с особенностями строения и развития основных сейсмогенерирующих структур и, периодическими (квазипериодическими) процессами в геосреде региона. Полученные результаты свидетельствуют о том, что установленное распределение сейсмической активности имеет региональный характер и накладывается на особенности геолого-тектонического строения и развития, а также, на долговременные поля напряжений, определяющие крупномасштабные движения земной коры.

3. Природные катастрофические геологические и климатические процессы обоснованно рассматриваются как факторы, влияющие на социально-политическую и социально-экономическую стабильности сообществ и индикаторы уровня их развития. При этом степень уязвимости общества к природным катастрофам может являться индикатором развития в данном сообществе кризисной социально-экономической ситуации, сопровождающейся ростом его уязвимости к неблагоприятным природным катастрофическим воздействиям.

Работа выполнена в рамках госзадания Института геологии ДФИЦ РАН №1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Арефьев С.С., Асманов О.А., Дейнега А.Г., Мусаев М.А., Шебалин Н.В. Количественные характеристики сейсмичности Дагестана // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Сейсмология, геология, геофизика. М.: Наука, 1980. С. 10–17.
2. Буланже Ю. Д., Никонов А. А. Современные движения земной коры // Вестник АН СССР. – 1973. – № 3. – С. 16–32.
3. Бунэ В.И. Сейсмический режим Вахшского района Таджикской ССР. Душанбе: АН Тадж. ССР. 1965. С. 71–128.

4. Варшанина Т.П., Плисенко О.А., Солодухин А.А., Коробков В.Н. Структурно подобная геодинамическая модель Краснодарского края и Республики Адыгея: Монография под ред. Б.И. Кочурова. – Москва – Майкоп: Издательский дом «Камертон» 2011. – 128 с.
5. Гатуев С.А. Новейшие движения земной коры в области Восточного Предкавказья //Природа. №3. 1947. С. 47-48.
6. Думитрашко Н.В., Лилиенберг Д.А., Муратов В.М. Особенности современных тектонических движений Кавказа: Сборник СДЗК. – М.: 1968. – №3. – С. 265–281.
7. Етирмишли Г.Д., Казымов И.Е. Современная GPS-геодинамика Азербайджана //Геология и геофизика Юга России. 2022. 12 (4): 19-30.
8. К вопросу о соотношениях между скоростями современных вертикальных движений земной коры, геофизическими полями и геоструктурными элементами /А.Т. Донабедов и др. //Докл. АН СССР. – 1960. – № 4. – С. 810–813.
9. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. М 1: 2500000. М.: ГУГК СССР, 1973.
10. Карта современных вертикальных движений земной коры на территории Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, СССР (Европейская часть). Масштаб 1: 10 000 000. – М.: ГУГК, 1986.
11. Карта современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным на территорию СССР. Масштаб 1: 5 000 000. – М.: ГУГК СССР. 1989.
12. Корженков А.М., Эрроусмит Р., Кросби К. и др. Сильные палеоземлетрясения вдоль Аксуйского краевого разлома по материалам датирования смещенного террасового комплекса реки Чон-Аксуу, Северный Тянь-Шань //Физика Земли. 2018. № 2. С. 64–80.
13. Корженков А.М., Гаджиев М.С., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Рогожин Е.А. Следы сейсмической активности на архитектурных памятниках г. Дербент, Дагестан //Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19, № 1. С. 5–29.
14. Корженков А.М., Деев Е.В., Корженкова Л.А. и др. Сильная сейсмическая активность адыров хребта Терской Ала-Тоо (Северный Тянь-Шань) в голоцене по данным радиоуглеродного анализа //Физика Земли. 2022. Т. 2, № 2. С. 102–127.
15. Кузнецов Ю. Г. Изучение современных вертикальных движений земной поверхности //Гравиметрия и геодезия. – 2010. – С. 299–302.
16. Лилиенберг Д.А. Общие и региональные закономерности современной геодинамики Кавказа (по геоморфологическим и инструментальным данным): Сборник СДЗК. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 204–217.
17. Магомедов Р.А. Оценка геосейсмической опасности С-В сегмента Восточного Кавказа //Геология и геофизика юга России. 2024 г. (в печати).
18. Магомедов Р.А. *Сеймотектоника и современная сейсмичность Восточного Кавказа* //Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 1 (88). АЛЕФ. Махачкала, 2022. С. 16-36. DOI: 10.33580/2541-9684-2022-88-1-16-36.
19. Магомедов Р.А. *Сильные землетрясения XX века и сеймотектонический потенциал блоков Восточного Кавказа* //Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2 (89). АЛЕФ. Махачкала, 2022. С. 68-71. DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-68-71.
20. Матцкова В.А. Карта скоростей современных вертикальных движений земной коры Кавказа и юго-востока Приазовья: Сборник СДЗК. – М.: 1968. – № 3. – С. 244–264.
21. Методы детального изучения сейсмичности /Буне В.И., Гзовский М.В., Запольский К.К. и др. Тр. Ин-та Физики Земли АН СССР. 1960, № 9 (176). С. 327.
22. Милюков В.К., Миронов А.П., Рогожин Е.А., Стеблов Г.М. Оценки скоростей современных движений Северного Кавказа по GPS наблюдениям //Геотектоника. 2015. № 3. С. 56–65.
23. Миронов А.П., Милюков В.К., Стеблов Г.М., Дробышев В.Н., Кусраев А.Г., Хубаев Х.М. Деформации земной коры в осетинском регионе Большого Кавказа по данным ГНСС-измерений //Геофизические процессы и биосфера. 2021. Т. 20, № 4. С. 122–137.
24. Мусаев М.А. Пространственно-временные вариации распределения сейсмичности на территории Дагестана с сопредельными территориями за 2006 – 2019 гг. //Тр. Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1 (80). С. 70–76. DOI: 10.33580/2541-9684-2020-64-1-70-76.

25. Мусаев М.А., Магомедов Р.А. Сейсмическая активность Восточного Кавказа за период инструментальных наблюдений //Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 3 (90). АЛЕФ. Махачкала, 2022. С. 79-84. DOI: 10.33580/2541-9684-2022-90-3-79-84.
26. Ризниченко Ю.В. Сейсмическая активность территории СССР. М.: Наука. 1979. 192 с.
27. Родкин М.В., Андреева М.Ю., Григорьева О.О. Анализ обобщенной окрестности сильного землетрясения по региональным данным, Курило-Камчатский регион //Вулканология и сейсмология. 2020. № 6. С. 67–77.
28. Синягина М.И. О геодезическом методе изучения современных движений земной коры и результатах его применения: Сборник СДЗК. – М.: 1963. – №1. – С. 25–32.
29. ФИЦ ЕГС РАН - Информация о землетрясениях (gsras.ru), www.dbgsras.ru.

УДК 550.8.08

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-28-34

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОХРАНИЛИЩА, ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПЕРЕФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА

*Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., Идармачев И.Ш.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

В работе рассмотрены вопросы влияния гидродинамического режима водохранилища (Чиркейская ГЭС) на экзогенные процессы (оползни, сползание массивов, которые могут привести к возникновению волн высотой 10 и более метров) и возможность контроля за опасными геологическими процессами, используя инструментальные наблюдения, позволяющие отслеживать динамику оползневого процесса и как следствие, с определенной долей вероятности, и время его неустойчивого состояния.

В основу исследований положены результаты длительных геофизических наблюдений методом электрического зондирования оползневого массива в течение нескольких лет в периоды заполнения водохранилища. Анализ данных показал, что процесс фильтрации воды происходит сложным образом. Изменение уровней подземных вод и водохранилища в районе оползня не коррелируют между собой. Рассмотрен механизм фильтрации воды, позволяющий объяснить изменение электрических параметров оползневого тела в период весенне-летнего повышения уровня водохранилища. Основную роль в данном механизме играют вертикальные трещинные зоны, подверженные деформации в поле меняющихся тектонических напряжений данного района. В начале фильтрация воды происходит по вертикальным трещинным зонам, затем уровень подземных вод постепенно повышается в остальной части массива, снижая его механическую прочность и устойчивость к деформации.

Ключевые слова: гидродинамический режим, геодинамика, опасные геологические процессы, геоморфология, кажущееся электрическое сопротивление, дипольное зондирование, питающий диполь, геоэлектрический разрез горных пород.

HYDRODYNAMIC RESERVOIR MODE, HIS INFLUENCE ON EXOGENOUS PROCESSES AND REFORMING THE RELIEF

*Sh.G. Idarmachev, V.I. Cherkashin, I.Sh. Idarmachev
Institute of Geology DFIC RAS*

The paper considers the influence of the hydrodynamic regime of the reservoir (Chirkey hydropower plant) on exogenous processes (landslides, sliding of massifs that can lead to the emergence of waves 10 and more meters in height) and the possibility of monitoring dangerous geological processes using instrumental observations to track the dynamics of the landslide process and as a result, with a certain degree of probability, and the time of its unstable state.

The research is based on the results of long-term geophysical observations by the method of electric sounding of a landslide massif for several years during periods of filling the reservoir. Analysis of the data showed that the process of filtering water occurs in a complex way. Changes in groundwater and reservoir levels in the landslide area do not correlate. The mechanism of water filtration is considered, which allows explaining the change in the electrical parameters of the landslide body during the spring-summer increase in the reservoir level. The main role in this mechanism is played by vertical fissure zones, which are subject to deformation in the field of varying tectonic stresses of a given region. At the beginning, water filtration occurs along vertical fracture zones, then the groundwater level gradually rises in the rest of the massif, reducing its mechanical strength and resistance to deformation.

Keywords: hydrodynamic regime, geodynamics, dangerous geological processes, geomorphology, apparent electrical resistance, dipole sensing, supply dipole, geoelectric section of rocks.

Введение

Согласно статистике, до 80% современных оползней связано с деятельностью человека [Сулейманов В.К. и др. 2022]. Одним из таких примеров является строительство гидроэлектростанций, для которых, в большинстве случаев, предопределено создание водохранилищ. Их гидродинамический режим приводит к подтоплению береговых зон, разжижению больших грунтовых масс, возникновению оползневых процессов под действием гравитационных сил, действующих на горные породы, находящиеся в неустойчивом состоянии. Гидродинамический режим водохранилища влияет на процесс переформирования рельефа береговой зоны вслед-

ствие периодического изменения уровня воды приводящий к регулярным сезонным деформациям массивов береговой зоны, ослабляя их механическую устойчивость. Особую опасность представляют оползневые массивы в горных водохранилищах с обрывистыми берегами. Известно немало примеров обрушения оползней в водохранилищах с катастрофическими последствиями. Например, в 1963 г. в Италии обрушение оползня в водохранилище привело к образованию гигантской волны высотой более 200 м, что привело к гибели 1800 человек.

Оползни являются одним из самых распространенных геомеханических процессов как в горных районах, так и равнинах. Существует проблема как строительства сооружений на оползнеопасной территории, так и своевременного предупреждения об опасной активизации оползней при эксплуатации сооружений. Для его изучения используются всевозможные методы технических средств контроля, совершенствуются методы математического и лабораторного моделирования. В то же время проведение геофизического мониторинга на оползневых склонах водохранилищ должен обеспечить решение двух основных научно-исследовательских задач: изучение механизма и динамики оползневого процесса для контроля за происходящими событиями на всем этапе его формирования от медленной деформации до отрыва от плоскости скольжения. При этом разработка новых эффективных методов исследований, позволяющих проводить непрерывный мониторинг различных параметров оползневого тела в удаленном режиме измерений, является актуальной научно-исследовательской задачей для обеспечения безопасной эксплуатации ГЭС.

Учитывая важность изучения оползневых процессов в районе Чиркейского водохранилища, были проанализированы все картографические материалы прибрежного района для определения потенциально опасных участков - оползневых массивов. Один из них расположен наиболее близко от плотины, на расстоянии 1200 м и имеет объем более 1 млн. м³ (рис. 1). Причиной выбора данного массива (на рисунке он обозначен штрих пунктиром) является тот факт, что после наполнения водохранилища, береговая часть данной структуры начала деформироваться (проседать), в результате чего образовались крупные вертикальные трещины отрыва, что и определило место проведения экспериментальных исследований и установку приемных электродов.

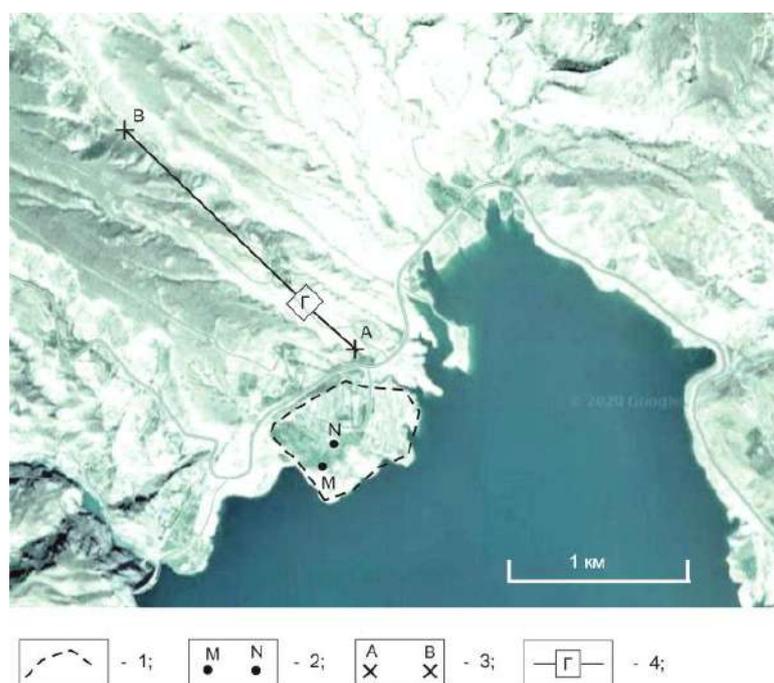


Рис. 1. Карта расположения оползневого участка (1), приемных электродов (2), питающих электродов (3) и электрического генератора тока.

Методика наблюдений

Геофизические наблюдения в районе Чиркейского водохранилища были начаты еще в середине 1976 г., спустя полтора года после начала его заполнения. Целью режимных наблюдений за электрическими, магнитными и другими полями являлось исследование механизма плотинных землетрясений.

Для решения поставленной задачи было сконструировано соответствующее измерительное оборудование. Например, для создания в земной коре электрического поля, позволяющего проводить исследования электрических параметров горных пород на площади более 300 км² в районе водохранилища, использовалась силовая установка с дипольным моментом $P=4 \cdot 10^5$ А·м. Генератором тока служила специально разработанная установка с пиковой мощностью 120 кВт, позволяющая пропускать в землю ток до 200 А. Более подробное описание дипольного зондирования в районе Чиркейского водохранилища, а также результаты исследований, опубликованы в работах [Идармачев и др. 1978; Идармачев и др., 2009; Идармачев и др., 2012; Идармачев и др., 2013].

Анализ научно-исследовательских работ, проведенных за период 1977-1980 гг., в районе Чиркейского водохранилища позволил сделать вывод о том, что результаты режимных наблюдений за кажущимся электрическим сопротивлением массива горных пород, могут быть использованы для изучения опасных геологических процессов в районах ГЭС, в том числе, динамики оползневых процессов. Поэтому в настоящей работе предпринята попытка исследовать механизм изменения электрических параметров оползневого массива, на основе геодинамической модели образования вертикальных трещинных зон в земной коре. С начала появления на оползневом теле первых трещин были начаты повторные измерения кажущегося сопротивления (r_k) методом электрического зондирования через каждые 3-4 суток. Для этого использовался питающий диполь длиной 2 км, расположенный за пределами оползня, и приемный - 50 м, закрепленный на оползне. Кажущееся сопротивление пород оползневого массива отличается от удельного сопротивления тем, что первое характеризует сопротивление реальной анизотропной среды с учетом слоистости пород с различными удельными сопротивлениями и их геометрическими размерами. Для однородных пород величины кажущегося и удельного сопротивления совпадают.

Электроды питающего диполя создавали при помощи забитых в землю 10 металлических стержней на глубину 1.5 м., которые затем сваривали между собой общей шиной. Электроды подключали к генератору тока электрической линии, подвешенной на столбах с изоляторами. Общее сопротивление нагрузки генератора составляло 10 Ом. Стационарными электродами приемного диполя служили свинцовые пластины 20-20 см, закопанные в грунт на глубину 0.5 м. Места расположения приемного диполя и электродов питающего диполя показаны на рис. 1.

Погрешность измерений r_k не превышает $\pm 2\%$ [Идармачев и др., 2012].

Анализ результатов

Графики кажущегося сопротивления за неполные периоды полевых исследований 1977, 1978 и 1980 гг. приведены на рис. 2. На нем также, для сравнения с данными □□ показаны графики уровней водохранилища. Данные за 1979 г. не рассматривали, поскольку они были не полными и прерывистыми.

Уровень водохранилища зависит от сезонного водотока и в весенне-летний период резко увеличивается на 40 м в результате паводка горных рек, а зимой снижается за счет уменьшения притока воды и расхода ее через турбины ГЭС. Максимум устанавливается обычно в августе, а минимум в апреле.

Рассматривая графики, приведенные на рис. 2 видно, что особого согласия между ними не наблюдается, хотя процесс фильтрации воды из водохранилища в исследуемый массив

оползневого тела обуславливает уменьшение кажущегося сопротивления, так как удельное сопротивление горной породы, практически, определяется удельным сопротивлением воды, заполняющей поры породы.

В период сезонных колебаний уровня водохранилища также должна наблюдаться связь между уровнем воды и кажущимся сопротивлением пород, так как уровень подземных вод меняется в зависимости от уровня водохранилища — синхронно или с некоторым отставанием по фазе. Возможно имеют место и другие альтернативные механизмы взаимодействия с нелинейным изменением уровня подземных воды, которые могут реализоваться в результате заполнения в известняках трещинных геологических структур или полостей карстовых пустот. Поэтому для анализа графиков, приведенных на рис. 2, рассматривалось несколько геоэлектрических моделей, позволяющих объяснить ту или иную связь кажущегося сопротивления с уровнем воды.

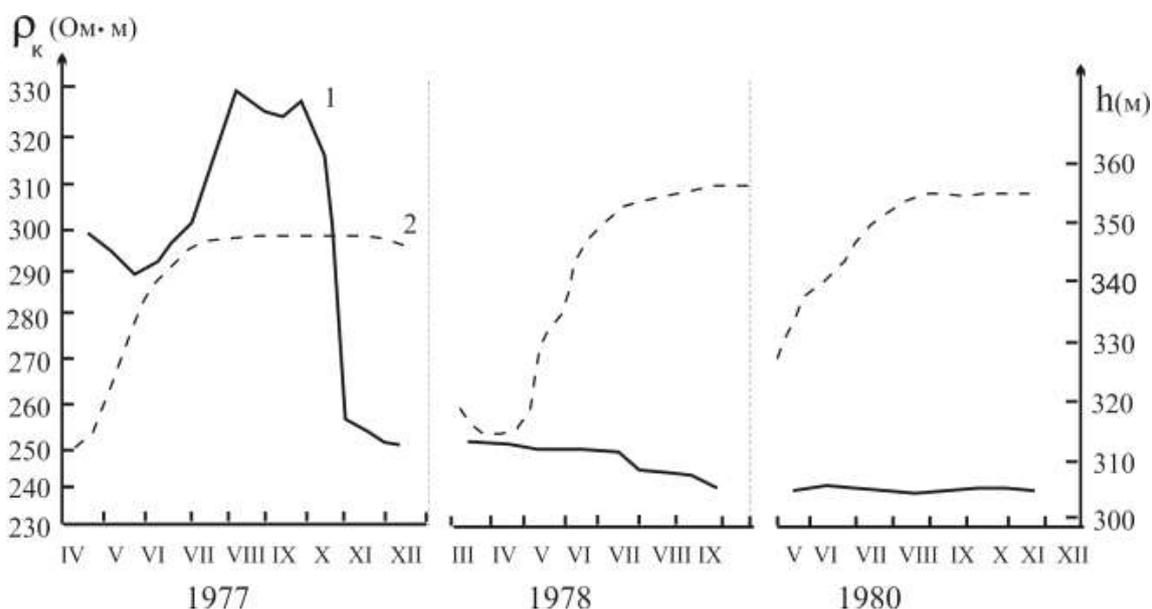


Рис. 2. Графики кажущегося сопротивления (1) и уровня воды в водохранилище (2)

Первая модель предполагает повышение уровня подземных вод в массиве синхронно с уровнем водохранилища. Оценка производилась по известной формуле расчета ρ_l двухслойной среды с горизонтальной слоистостью [Электроразведка, 1989]:

$$\rho_k = p_1 \left\{ 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k^n r^3}{[r^2 + (2nh_1)]^{3/2}} \right\} \quad (1)$$

где $k = (p_2 - p_1) / (p_2 + p_1)$; p_1 - удельное сопротивление первого слоя без воды; p_2 - удельное сопротивление слоя с водой; h_1 - мощность слоя выше уровня воды (ниже уровня воды считается как бесконечность); r - расстояние между приемным и питающим диполями.

Расчет проводился для следующих параметров модели: $r = 800$ м; $p_1 = 350$ Ом/м; $p_2 = 200$ Ом/м; $h_1 = 100$ м. Данные за исключением r являются приближенными. Значение p_1 соответствует кажущемуся сопротивлению оползневого массива, измеренному четырехэлектродной установкой с геометрическими размерами диполей: питающий АВ = 300 м; приемный MN = 80 м. Такая длина АВ позволяет измерять электрическое сопротивление слоя породы толщиной примерно АВ/3=100 м.

Значение p_1 приближенно равно удельному сопротивлению меловых пород, расположенных ниже уровня воды. Его оценка производилась путем измерения ρ_k четырехэлектродной

установкой на местности, расположенной на берегу водохранилища. Значение h_1 соответствует превышению места расположения приемного диполя на оползне относительно минимального сезонного уровня воды в водохранилище.

После постановки численных значений в (1) получаем кажущееся сопротивление оползневого массива $\rho = 240 \text{ Ом/м}$.

Таким же методом оценим изменение кажущегося сопротивления, связанное с сезонным увеличением уровня воды в весенне-летний период на 40 м. Тогда $h_1 = 60 \text{ м}$. Остальные значения ρ_1, ρ_2, γ остаются прежними. Подставляя их в (1) имеем $\rho = 210 \text{ Ом/м}$.

Согласно данной модели, с подъемом уровня воды на 40 м, величина кажущегося сопротивления исследуемого массива должна уменьшиться на 30 Ом/м, при этом данный процесс должен повторяться для каждого весенне-летнего сезона повышения уровня водохранилища. Однако, как мы видим из графиков, приведенных на рис. 2, ничего подобного между ними не наблюдается.

Коэффициенты корреляции для разных годов составляют: 1977 г. - $K = 0.21$; 1978 г. - $K = -0.34$; и 1980 г. - $K = 0.15$. Из них для 1978 г. видна слабая отрицательная связь, но ее тоже нельзя считать значимой, а в остальные годы связь отсутствует. Следовательно, рассмотренный фильтрационный механизм синхронного изменения уровней воды в исследуемом массиве и водохранилище не находит своего объяснения для модели двухслойной геоэлектрической среды горных пород, а скорее всего показывает, что в период заполнения процесс фильтрации воды происходит сложным образом.

Далее для анализа полученных результатов была рассмотрена альтернативная геоэлектрическая модель с вертикальным проводящим пластом. Такая модель позволяет объяснить, как понижение, так и повышение ρ в зависимости от взаимного расположения диполей измерительной установки относительно вертикального пласта.

В работе [Алелов и др., 1981] рассмотрена такая геоэлектрическая модель бесконечного по простиранию вертикального пласта с удельным сопротивлением ρ_2 и удельным сопротивлением вмещающей среды ρ_1 . Геометрические параметры модели представлены на рис. 3.

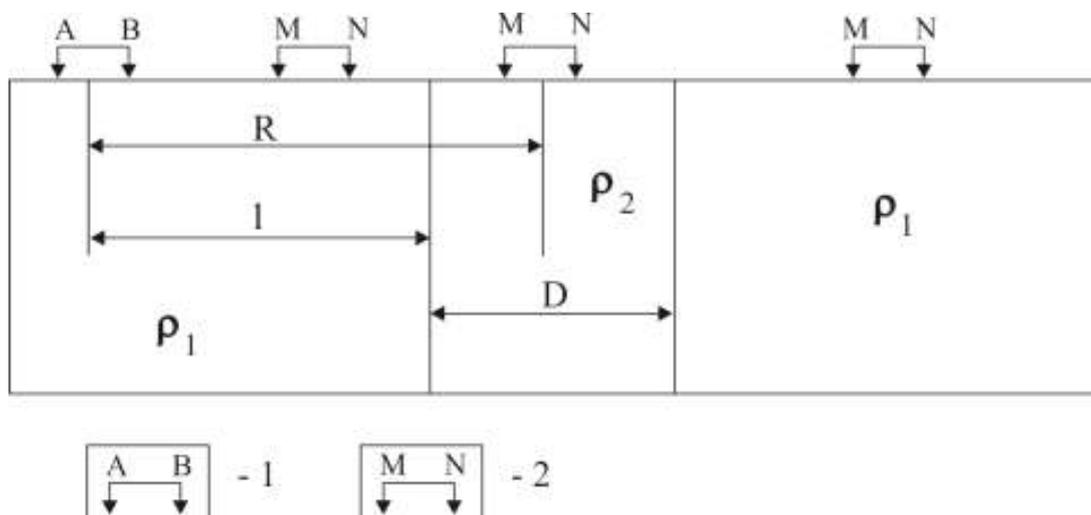


Рис. 3. Модель расчета ρ_k для вертикального проводящего пласта: 1 — питающий диполь; 2 — приемный диполь

Где D - ширина пласта; R - разнос диполей. Дипольная установка (AB-питающий диполь; MN-приемный диполь) расположена вкост простиранию пласта. Центр питающего диполя находится на расстоянии l слева от пласта.

Значение ρ_k отнесенное, когда MN находится перед пластом имеет следующий вид

$$\rho_k = \rho_1 \left[1 - k \left(\frac{y}{l/D - y} \right)^3 + \frac{1 - k^2}{k} \sum_{n=1}^{\infty} k^{2n} \left(\frac{y}{l/D - y + n} \right)^3 \right] \quad (2)$$

где: $y = R/2D$, $k = (\rho_2 - \rho_1)/(\rho_2 + \rho_1)$.

Когда MN находится за пластом, то

$$\rho_k = \rho_1 (1 - k^2) \sum_{n=0}^{\infty} k^{2n} \left(\frac{y}{y + n} \right)^3 \quad (3)$$

Для расчета ρ_k по формуле (2) использовались следующие численные значения: $R = 800$ м; $D = 100$ м; $l = 1000$ м; $p_1 = 350$ Ом/м; $p_2 = 200$ Ом/м. Для указанных значений $\rho_k = 420$ Ом/м, т.е. кажущееся сопротивление увеличилось на 70 Ом/м по сравнению с p_1 .

Расчет модели для случая, когда пласт располагается между измерительными диполями, проводился по формуле (3) при тех же численных значениях, за исключением $p_1 = 350$ м. Полученное значение $p_1 = 180$ Ом/м ниже на 170 Ом/м по сравнению p_1 . Таким образом, вторая модель вертикального проводящего пласта на качественном уровне позволяет объяснить вариации p в 1977 г.

Вариации p в 1978 и 1980 гг. сильно отличаются по форме от данных, полученных в 1977 г. Для них наблюдается медленное понижение p характеризующий необратимый процесс фильтрации воды в массив и повышение уровня подземных вод. Такое контрастное различие вариаций p в разные годы, возможно, связано с повышением в 1977 г. геодинамической активности района.

В непосредственной близости от водохранилища расположены такие глубинные разломы Прикаспия как Срединный, Пшекиш-Тырнаузский, Наратюбинский и др., формирующие в районе поле тектонических напряжений. Через ложе водохранилища прослеживаются также Андийско-Сулакский и Аварско-Сулакский разломы [Скарятин, 1976]. О геодинамической активности разломов в районе Чиркейского водохранилища свидетельствует факт резкого повышения сейсмической активности района в период заполнения водохранилища в 1974 г. и 1975 г. [Идармачев и др., 2012].

В 1977 г. 15 мая и 22 октября в районе водохранилища произошли два землетрясения $M=3.5$ на эпицентральных расстояниях 11 км и 5 км от оползневого массива соответственно. Потому аномальные вариации p могут быть связаны как с тектонической активностью разломов в районе водохранилища, вызвавшие деформацию оползневого массива, так и с проникновением воды в тело оползня.

Выводы

1. Результаты электрического зондирования оползневого массива в районе Чиркейского водохранилища показали, что процесс фильтрации воды происходит сложным образом. Изменение уровней подземных вод и водохранилища в районе оползня не коррелируют между собой. На основе анализа различных геоэлектрических моделей и сравнения их с данными полевых измерений кажущегося сопротивления исследуемого массива предложен механизм фильтрации воды, позволяющий объяснить изменение электрических параметров оползневого тела в период весенне-летнего повышения уровня водохранилища. Основную роль в данном механизме играют вертикальные трещинные зоны, подверженные деформации в поле меняющихся тектонических напряжений в данном районе. О деформации исследуемого массива свидетельствует совпадение максимальных вариаций кажущегося сопротивления с сейсмическими событиями района. Вначале фильтрация воды происходит по вертикальным трещинным зонам, за-

тем уровень подземных вод постепенно повышается в остальном массиве, снижая его механическую прочность и устойчивость к деформации.

2. Полученные данные позволяют предложить метод электрического зондирования с большими разносами диполей для изучения трещинных пород, выявления потенциальных оползневых массивов в районе водохранилища при проектировании ГЭС, а также для контроля динамических характеристик оползней действующих ГЭС.

Работа выполнена в рамках госзадания Института геологии ДФИЦ РАН №1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Алелов Ю.А., Любощиц В.М. Об одном из электрических предвестников землетрясений. // Физика Земли. - 1981. - № 10. - С. 103-107
2. Идармачев Ш.Г., Алиев М.М. Вариации кажущегося электрического сопротивления горных пород в период Кизилюртовского землетрясения 1999 г. в Дагестане. // Геофизические исследования. - 2013. - Т. 14. - № 2. - С. 15-24.
3. Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., Алиев И.А. и др. Возбужденная сейсмичность в районе Чиркейского водохранилища и ее проявления в геофизических полях. Тр. Ин-та геологии Дагестанского НЦ РАН. - 2012. Махачкала: «Алеph». - 104 с.
4. Идармачев Ш.Г., Арефьев С.С. Результаты дипольного электромагнитного зондирования в районе Чиркейского водохранилища после его заполнения. // Физика Земли. - 2009. - № 9. - С. 75-85.
5. Идармачев Ш.Г., Барсуков О.М. «Плотинные» землетрясения и вариации электросопротивления массива горных пород в районе Чиркейского водохранилища. // Док. АН СССР. - 1978. - Т. 240. - № 2. - С. 301-305.
6. Скарятин В.Д. Применение метода многоступенчатой генерализации при изучении структур разного масштаба (на примере Северного Кавказа). - Исследование природной среды космическими методами // Геология и геоморфология. Москва. 1976. С. 123-128.
7. Сулейманов В.К., Идрисов И.А., Черкашин В.И., Мамаев А.С. Численная оценка селевой опасности балок горы Джалган // Тр. Ин-та геологии ДФИЦ РАН, 2022, №2 (89), с. 63-67.
8. Электроразведка. М.: Наука. 1989. 437 с.

УДК 551.435.6

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-35-41

ОСОБЕННОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЕ МОГОХ ШАМИЛЬСКОГО РАЙОНА

Идрисов И.А., Мамаев С.А., Атаев З.В., Сулейманов В.К., Мамаев А.С., Алимагомедов А.А.
Институт геологии ДФИЦ РАН

Села в горной зоне Дагестана располагаются в условиях потенциального развития различных опасных геологических процессов разной интенсивности. Изучение реальных особенностей развития этих процессов в пределах каждого из многочисленных сел региона имеет первоочередное значения для обеспечения безопасного проживания в них. В пределах исследованного села Могох геологические и геоморфологические условия способствуют потенциальному развитию оползней. Само село в основном расположено на древних в разной степени литифицированных оползневых отложениях. В пределах села установлено наличие нескольких трещин, по которым происходит сползание построек восточной части села на восток в сторону оврага. Амплитуда движений по трещинам составляет первые десятки сантиметров.

Ключевые слова: Восточный Кавказ. Аварское койсу, оползни

FEATURES OF LANDSLAND PROCESSES IN THE VILLAGE OF MOGOKH, SHAMIL DISTRICT

Idrisov I.A., Mamaev S.A., Ataev Z.V., Suleymanov V.K., Mamaev A.C., Alimagomedov A.A.
Institute of Geology DFRC RAS

Villages in the mountainous zone of Dagestan are located in conditions of the potential development of various dangerous geological processes of varying intensity. Studying the real features of the development of these processes within each of the numerous villages of the region is of primary importance to ensure safe living in them. Within the studied village of Mogokh, geological and geomorphological conditions contribute to the potential development of landslides. The village itself is mainly located on ancient, to varying degrees, lithified landslide deposits. Within the village, it has been established that there are several cracks along which the buildings of the eastern part of the village are sliding east towards the ravine. The amplitude of movements along cracks is a few tens of centimeters.

Keywords: Eastern Caucasus. Avar Koisu, landslides

Дагестан относится к регионам с высокой опасностью развития оползневых процессов, также отмечается значительная активизация оползневых процессов последние десятилетия (Идрисов и др., 2015). На фоне высокого уровня хозяйственной освоенности горной зоны потенциальный ущерб от подобных процессов в регионе крайне высокий. Широко проводятся исследования активизации оползневых процессов в регионе, в том числе в пределах различных населенных пунктов (Идрисов и др., 2011; Разумов и др., 2019; Мамаев и др., 2022)

Объект и методы. Село Могох (Шамильский район, Республика Дагестан) расположено в пределах правобережья реки Аварское койсу. Занимает северо-западную часть отрога разделяющего два левых притока реки: Могохтляр с запада и Андыхтляр с востока. Отрог отходит от эскарпа юго-восточной окраины платообразного хребта Аржута. Непосредственно над отрогом вершина плато называется Бежякколу высотой 2652м. Под основанием эскарпа расположена верхняя часть отрога – урочище Бадындых высотой 1900-1700м. Далее вниз оно переходит в отрог. Село расположена на высотах 1600-1500м.

Отрог имеет длину 4,5 км и ширину 2,5 км. Отрог глубоко расчленен притоками этих рек, в частности, левым притоком реки Могохтляр. Село расположено в пределах гребня между этими долинами (рис. 1). Гребень протягивается в целом с севера на юг, шириной 100-200 м в верхней части, протяженность более 2,2км. Отличается крутыми склонами, крутизной более 60 градусов. Превышение над руслом р. Могохтляр 200-300м, над руслом ее притока в пределах

100-150м. Устье реки Могохтляр расположено на отметках ниже 900м. Соответственно амплитуда рельефа в пределах района превышает полтора километра. Подобные особенности определяют наличие высокого потенциала развития гравитационных (оползневых) процессов. Которые развивались как в геологическом прошлом, так и активно проходят в современности.

Тектоническое строение территории определяется ее нахождением в пределах осевой части протяженной Гунибской синклинали. Синклиналь с севера переходит в антиклиналь Аржута (Хиндахскую), а с юга в антиклиналь хребта Тадмеэр. Крылья антиклиналей вероятно осложнена разрывными нарушениями, а сами они имеют коробчатую форму. Осевая часть синклинали имеет падение на северо-запад под углом порядка 10 градусов (рис. 1).



Рис. 1. Особенности залегания пород

Поверхности антиклиналей сформированы известняками барремского яруса нижнего мела. Большая часть эскарпов хребтов, мощностью до 400м сложена известняками с подчиненными прослоями глин, доломитов, гипсов нижнего мела и верхней юры. Ниже залегают аргиллиты средней юры (Черкашин и др., 2015). Мощность этих отложений превышает 500м (рис. 1).

Верхняя часть отрога сложена преимущественно толщами склоновых обвально-осыпных отложений их мощность сильно варьирует от 10 до 100м (рис. 1). Отдельные толщи сцементированы до конгломерата (рис. 2). Обломочный материал представлен в основном известняками и связан с разновременными обвалами с обрывов хребта Аржута. Размеры обломков в поперечнике до 5м.



Рис. 2. Обвально-оползневые отложения. Село Могох.

Окатанный аллювиальный материал в разрезах не обнаружен.

В северо-западной части села в обнажении правого борта оврага вскрывается толщи тонкообломочных отложений с неявно выраженной слоистостью мощностью до 20м (рис. 3). Все эти отложения залегают на сильно размытую поверхность среднеюрских аргиллитов (1 – рис. 7), в отдельных участках цокольные породы выходят на поверхность и в пределах села и далее вниз по гребню.



Рис. 3. Тонкообломочный материал в борту оврага к востоку от села.

Результаты. В пределах села выявлена современная активизация опасных геологических процессов. Обвальные процессы могут проявляться в процессе разрушения крупных обломков известняков (в поперечнике до 10м) которые встречаются выше по склону от села. Разрушение которых может провоцировать локальные камнепады.

Оползневые процессы в селе Могох имеют следующие особенности. В восточной и центральной части села выявлена эшелонированная система из трещин протягивающихся в целом вдоль борта прилегающего оврага с востока оврага (рис. 4).



Рис. 4. Село Могох. Трещины и направления смещений.

Все трещины ориентированы субпараллельно. Визуально различимы на стенах и фундаментах построек. Протягиваются в пределах 30-150м. Можно выделить несколько систем параллельных трещин. Облегчает выделение трещин сплошная застройка территории села. Заметно что в трещинах происходит смещения восточного крыла относительно западного (рис. 5, 6). Также в отдельных случаях фиксируется увеличение амплитуд трещин в нижней части построек, в том числе в фундаментах относительно трещин в верхней части построек.



Рис. 5. Стена мечети село Могох. Смещение блоков вниз и вправо на восток. Вид с юга.

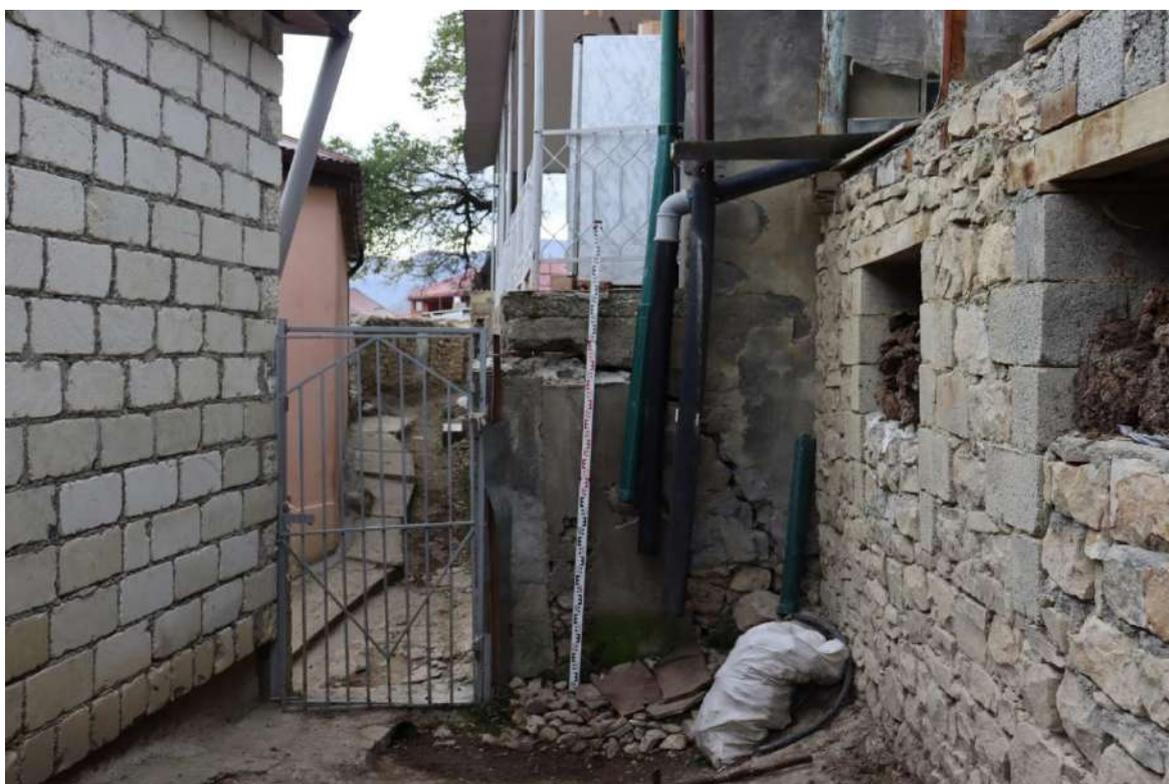


Рис. 6. Фундамент жилого дома село Могох. Смещение блоков вниз и влево на восток. Вид с севера.

Предварительный анализ морфологии трещин и динамики блоков позволяет предположить следующую кинематику оползневого процесса. Вдоль русла оврага к востоку от села в борту развивается блоковый оползень. Движение блока происходит против часов стрелки с более интенсивным выдвиганием нижней части. На этом фоне происходит общее отседание блоков (2, рис. 7). Суммарная амплитуда движений по единичной трещине составляет 2-20 см, в среднем 5 см. Протяженность трещин в пределах 20-80 м. В настоящее время оползневой процесс развивается слабоинтенсивно и вероятно находится на ранних стадиях развития. Причиной оползня вероятно является избыточное переувлажнение лежащей в восточной части толщи слабоуплотненных глин на фоне появления значительной антропогенной нагрузки на верхнюю часть толщи рыхлых отложений.

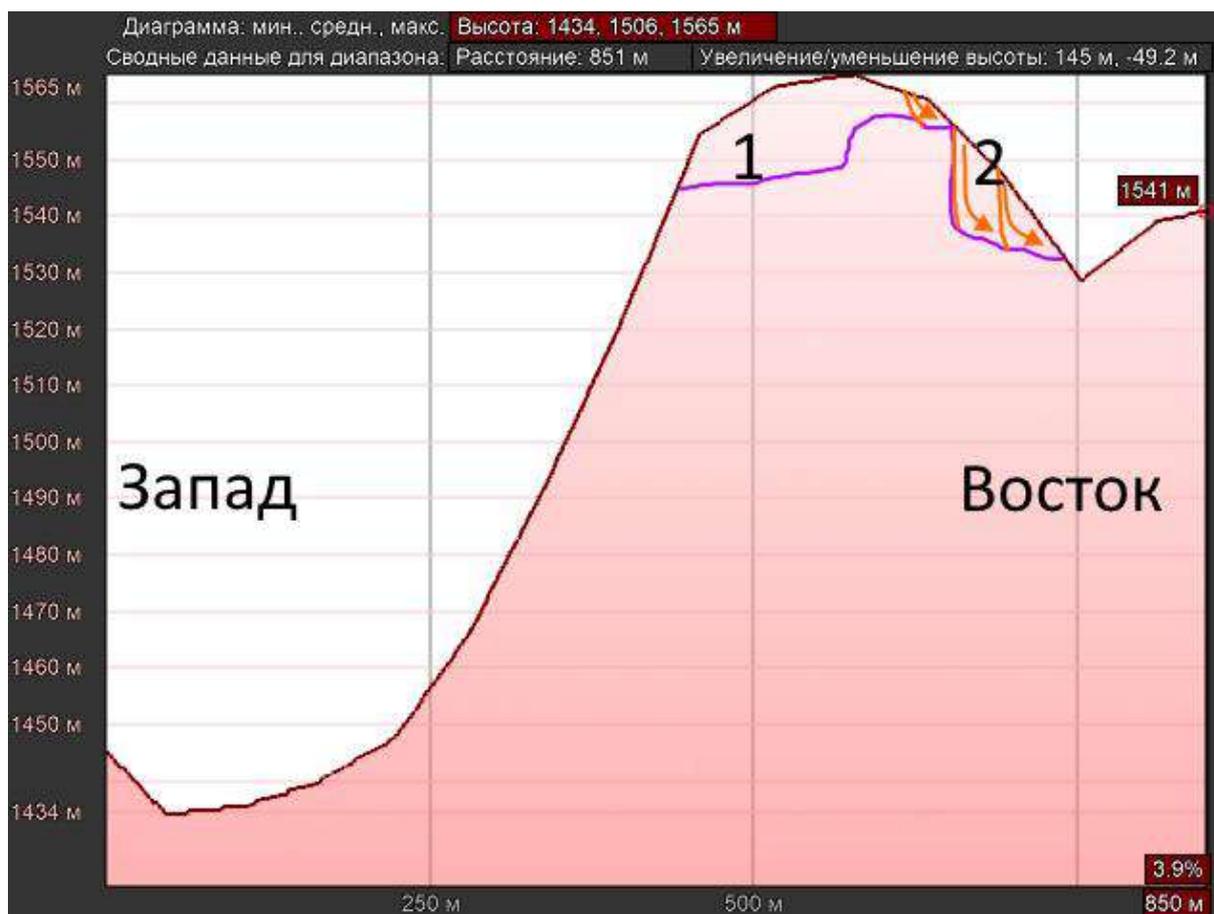


Рис. 7. Схематичный поперечный профиль гребня на вершине которого находится село Могох. По-дошва древних оползневых отложений (1). Трещины и направление движений оползневых блоков (2).

Время современной активизации оползней в селе установить сложно. При этом в бортах долин отмечаются протяженные коллювиальные шлейфы (рис. 1).

Выводы. В пределах жилой застройки села Могох выявлено развитие современных оползневых процессов. В числе первоочередных мероприятия необходимо обеспечить всю территорию села системой сброса поверхностных вод за пределы оползневого участка. Особенно в борту оврага вдоль восточной окраины села в направлении которой происходит движение оползневых блоков и куда осуществляется сброс воды с территории села. Также необходимо проведение специализированных инженерно-геологических обследований. Системная

защита села может быть реализована после проведения исследований, в том числе с учетом рекомендаций, изложенных в СП 436.1325800.2018 и других нормативных документах.

Село Могох отличается наличием нескольких толщ горных пород, существенно отличающихся по прочностным характеристикам. Также район села отличается значительной глубиной эрозийного расчленения. Отмечается также и значительная антропогенная нагрузка.

Работа выполнена в рамках госзадания Института геологии ДФИЦ РАН № 1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Идрисов И.А., Черкашин В.И., Мамаев С.А. Опасные геологические процессы в районах активной экзогенной геодинамики (на примере оползневого участка с. Бацада) // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы конференции, Грозный, 2011. С.443-449.

2. Идрисов И.А., Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Магомедов Р.А. Оползневые процессы в Дагестане в 21 веке. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып.64. Махачкала, 2015. С.155-159.

3. Черкашин В.И., Гаврилов Ю.О., Захаров В.А., Рогов М.А., Ипполитов А.П., Гуляев Д.Б. и др. Юрские отложения центральной части Горного Дагестана. Путеводитель геологических экскурсий VI Всероссийского совещания "Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии". Махачкала: АЛЕФ. 2015. 132 с.

4. Разумов В.В., Богданов М.И., Богданова Н.Д., Разумова Н.В., Гусейнова Н.О. Оценка масштабов распространения и опасности активизации оползневых процессов в Дагестане // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 4. С.56-77.

5. Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Идрисов И.А., Сулейманов В.К., Мамаев С.А., Ахмедов А.С. Опасные геологические процессы в районах развития активных экзогенных проявлений (на примере оползневого участка с. Мокок). В книге: Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии. Владикавказ. 2022. С.44-51. DOI: 10.33580/9785904868277_44

6. СП 436.1325800.2018 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов.

УДК 551.42 631.48

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-42-54

ОБ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПАХ КАРТОГРАФИИ ПОЧВ ПОДВЕРЖЕННЫХ ОПУСТЫНИВАНИЮ

*Залибеков З.Г., Мусалаева П.Д., Мурзаева Л.З.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

Процессы опустынивания, аридизации обусловлены природными и антропогенными факторами, способствующими формированию радикальных изменений в свойствах и пространственных показателях почв. Деградиционными процессами аридного направления охвачены равнинные территории в условиях сухого, полупустынного, пустынного климатического режима. Кроме того, под влиянием процессов связанных с увеличением антропогенных воздействий, процессы опустынивания, аридизации распространяются и в ареалах степных, лугово-степных экосистем, что постепенно охватывает и плодородные почвы [1]. Эти обстоятельства выдвигают задачу по разработке методов картографии свойств почв, характеризующих динамику расширения площадей новообразуемых вариантов пустынных земель. Анализируя современное состояние деградированных земель регионов Прикаспийской низменности, можно отметить целесообразность учета состояния почв аридного типа почвообразования с позиций оценки изменений в территориально-пространственном масштабе. По отдельным регионам выявлены различия в границах, площадях распространения: в южной части приморской полосы Каспийского моря, в нижних предгорьях и в системе надпойменных речных террас.

Ключевые слова: картография почв, процессный уровень, дифференциация, классы, типы, стадии аридной дегградации, дефляция, карта опустынивания, биосферная концепция.

ABOUT THE BASIC PRINCIPLES OF CARTOGRAPHY OF SOILS SUBJECT TO DESERTIFICATION

*Zalibekov Z.G., Musalaeva P.D., Murzayeva L.Z.
Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences*

The processes of desertification and aridization are caused by natural and anthropogenic factors contributing to the formation of radical changes in the properties and spatial indicators of soils. The degradation processes of the arid direction cover flat territories in conditions of dry, semi-desert, desert climatic regime. In addition, under the influence of processes associated with an increase in anthropogenic impacts, the processes of desertification, aridization are spreading in the areas of steppe, meadow-steppe ecosystems, which gradually covers fertile soils [1]. These circumstances put forward the task of developing methods for mapping soil properties that characterize the dynamics of the expansion of the areas of newly formed variants of desert lands. Analyzing the current state of degraded lands in the regions of the Caspian lowland, it can be noted that it is expedient to take into account the state of soils of the arid type of soil formation from the standpoint of assessing changes on a spatial scale. Differences in the boundaries and areas of distribution were revealed for individual regions: in the southern part of the coastal strip of the Caspian Sea, in the lower foothills and in the system of above-flood river terraces.

Key words: soil cartography, process level, differentiation, classes, types, stages of arid degradation, deflation, desertification map, biosphere concept.

Объекты и методы исследования

Составление карт опустынивания и разработка классификационной основы процессов аридной дегградации – новые вопросы, возникшие в связи с необходимостью определения территорий и отдельных земельных участков, подверженных опустыниванию и размещению мероприятий по устранению негативных последствий. Кроме того, разработка картографического содержания процессов опустынивания, как объекта исследования связана с обобщением накопленного материала, представленного в виде отраслевых тематических карт по отдельным компонентам физико-географической среды. Для достижения объективности составляемых

карт разработана единая классификация, базирующаяся на достижениях почвенных, климатических, геологических, ботанических исследований [3,7,15].

В основу картографии принято положение рассматривающее опустынивание как процесс деградации на уровне надтиповых различий. Развитие почвенно-растительного покрова на почвах и мелкоземлистых отложениях различных озерно-ледниковых систем подвергаются опустыниванию. В то же время, поверхность определенной части аридных территорий представлена твердыми геологическими породами, не поддающимися изменению – сланцами, известняковыми отложениями, песчаником. Учитывая эти особенности, при классификации деградированных аридных земель, рекомендуется разделить процессы опустынивания, формирующиеся на почвах и рыхлых отложениях с биологически активным поверхностным слоем и на твердых породах, лишенных почвенного покрова. Картографическое выделение ареалов твердых пород имеет важное значение при учете земель и определении возможностей их освоения [17, 18].

Основные принципы картографии почв, подверженных опустыниванию учитывают специфику элементов окружающей среды, и ставит перед собой задачи:

1. Обеспечение максимальной информационной емкостью; отображение пространственных выделов в виде контуров;

2. Объективность карт и соответствие к природным условиям картируемой территории.

Положительно оценивая разработанные ранее схемы, группировки почв по степени деградации агропроизводственных свойств в условиях опустынивания, аридизации считаем приемлемыми использовать их для классификации деградированных почв. В то же время, определение типов опустынивания по степени выраженности водной, ветровой эрозии и засоления считаем узкоотраслевой и недостаточно обоснованной. Опустынивание, так же как и выветривание, почвообразование является природным или антропогенно-природным процессом. Механизм его проявления отражается во многих показателях природной среды, производя цепную реакцию изменений в ее компонентах [8,9]. Учитывая эти обстоятельства, дифференциация картографически выделенных единиц исходит из принципа разделения на основного и дополняющего варианта, близкого по генетическому положению условиям засушливых земель. Многогранность связей факторов среды с процессами опустынивания осуществляется в полиморфной, изоморфной динамике. При выделении классификационных единиц целесообразно выбрать однородное в пространстве сочетание контуров нарушенной части экосистем и ее диагностических признаков. Учет взаимосвязей признаков, процессов и степени влияния их на состояние почвенного покрова представляет принципиально новую основу картографии почв, подверженных опустыниванию [14]. При таком подходе систематические единицы опустынивания приобретают максимально объективный характер. Различия почвообразующих факторов и устойчивые границы почвенных и растительных контуров учитываются, при этом в целях достижения точности определения размеров площадей почв, выявленных в полевых условиях. В результате, синтезируются принципы концептуально-комплексного отображения элементарных процессов опустынивания и составления списка картографически выделяемых единиц опустынивания. Эти вопросы изучены с анализом выявления типовых признаков процесса антропогенной деградации. К таким вопросам относятся:

1. Выделение площадей аридных экосистем с дифференциацией степени деградации;

2. Определение типа опустынивания, способов применения и использования типов почв при составлении картографических документов, характеризующих классификационный уровень деградационных процессов;

3. Дифференциация техногенного опустынивания в качестве классификационной единицы надтипового уровня. Здесь выделяются классы, где объединены ареалы открытых разработок полезных ископаемых, городские, сельские агломерации, промышленные объекты и дегра-

дированные почвы в результате сельскохозяйственного использования – вторичные солончаки, обнажения геологических пород, заболоченные и затопленные участки.

Классификационные признаки опустынивания и аридной деградации изучены в центральной части Терско-Кумской низменности в пределах землепользования Кочубейской биосферной станции Дагестанского федерального исследовательского центра РАН. Картографические признаки экосистем определены по методу выделения контуров при почвенной съемке равнинных территорий [17]. При составлении карты опустынивания почв Дагестана приняли за основу типовое подразделение, включив техногенную нагрузку, образуемую индустриально-городской деятельностью человека.

Мелкоконтурные контрастные четко выраженные комплексы нарушенных земель (дефлированных, техногенных) с определенной регулярностью смен стадий опустынивания становятся одной из основных характеристик аридных экосистем. При деградации естественной растительности состав, структура и устойчивость сообществ определяются разной степенью антропогенного воздействия. При этом выделяются варианты по степени деградации и удельному содержанию коренных растительных сообществ. Установлено, что чем выше нагрузка, оказываемая на единицу площади тем меньше устойчивость и ниже продуктивность. Как отмечают Н.Г. Харин и др. [25] при очень сильной деградации происходят радикальные, необратимые изменения в почвенно-растительном покрове, характеризующиеся вторичными неустойчивыми группировками растений на почвах с незначительным содержанием питательных элементов. Важное значение имеет так же изменение внутривидового, межвидового разнообразия растений заселившихся на обнаженной и бесструктурной почвообразующей породе. Эти обстоятельства подчеркивают целесообразность отражения типов опустынивания по стадиям деградации естественной растительности и плодородия почв. Считаю обоснованным расчленить тип процессов, объединенных в понятие «деградация экосистем» на три равнозначные классификационные единицы по принципу факторно-генетической классификации: фитогенный, фитогенно-галогенный и агрогалогенный. Из приведенного видно, что изменение видового состава и структуры компонентов наземных экосистем протекает в разных направлениях, связанных в рамках принципов – сохранения и воспроизводства ресурсов почв, растительности и создания благоприятных биосферных условий [5,10].

Результаты исследований и обсуждение.

Выявление принципов картографии почв аридной деградации для естественной растительности пастбищ осуществлено с использованием систематических единиц, класса и типа. Ареалы классов опустынивания определены по показателям деградации почв и растительного покрова. На высшем уровне классификации выделяют классы, определяющие стадии опустынивания. Для сравнения и оценки происходящих изменений приняты характеристики фонового уровня, свойственного для определения пустынных экосистем, распространенных в Терско-Кумской низменности, где подавляющая часть почвенного покрова представлена типичными солончаками, корковыми солончаками и засоленными почвами разной степени. Для сравнения происходящих изменений приняты показатели фонового уровня, характерного для пустынных экосистем, распространенных в южной и центральной части региона. Характеристика параметров по классам опустынивания показывает изменения комплекса условий, при котором формирующиеся различия имеют высокий таксономический уровень [12]. При разной степени опустынивания почвенный покров представлен соответствующими типами по засолению, солонцеватости, эрозии; растительный покров – сообществами эфемерово-солянковыми, полынно-солянковыми, эфемерово-полынными (табл. 1).

Класс фонового опустынивания формируется под влиянием природных зональных условий полупустынного, пустынного климатического режима. Существенное влияние в проявлении процессов опустынивания оказывают выпас скота, нагрузка на единицу площади, сроки и продолжительность пастбищного режима. Повсеместное применение процесса выпаса меняет фоновый уровень и усиливает влияние антропогенного фактора [18].

Таблица 1.

Классы опустынивания и обуславливающие их факторы

№	Классы опустынивания	Ведущие факторы	Площадь тыс. га	Условия формирования	Примечание
1.	фоновый	зональный	88,0	пустынного, пустынно-степного климата	континентальная часть
2.	слабый	превышение нагрузок, дигрессия пастбищ	100,0	частичная потеря продуктивности	тоже
3.	средний	засоление, эрозия, передвижение песков в региональном масштабе	100,0	дефляция, вторичное засоление	умеренная стадия
4.	сильный	разрушение горизонтов А+В, минерализация биомассы	200,0	изменение свойств биологической продуктивности	тоже
5.	очень сильный	затопление, подтопление, разрушение профиля почв	120,0	сезонные различия в уровненом режиме морской воды	высшая стадия

Класс процессов слабого опустынивания формируется преимущественно дифференциацией различий гумусового горизонта – А и частичном влиянии ветровой эрозии поверхностного слоя почв 0–10 см; в растительном покрове – участвуют типичные представители сообществ полынно-солянкового комплекса с проективным покрытием растений - 60–70 %. Для них характерно значительное уменьшение проективного покрытия с сохранением активного баланса в биологическом круговороте. Генетические свойства основных типов почв по своим параметрам близки к показателям целинных аналогов с тенденцией усиления признаков аридизации. Их усиление выражается дегумификацией профиля, подтяжкой легкорастворимых солей, преимущественно хлоридов до средней степени засоления.

Класс процессов средней степени опустынивания выделяется на основе признаков, формирующихся при совместном воздействии биотических и абиотических факторов. Биотические факторы включают показатели почвенного блока: уплотнение гумусовых горизонтов ($a = 1,2-1,5$), ветровую эрозию слоя 0–10 см. Отмечается осветление горизонта А (0–18 см) при небольшом уменьшении содержания гумуса. Наблюдается изреживание травостоя, уменьшение гумуса, где проективное покрытие травостоя падает до 50 %. Коренные сообщества испытывают деградацию, в тоже время активно поселяются адвентивные виды, вытесняя эфемеров и представителей злаковых. Одновременно увеличиваются размеры площадей, лишенных растительного покрова, вследствие развития ветровой эрозии. Диапазон колебания урожайности в зависимости от метеоусловий года значительно увеличивается, а естественные пастбищные угодья переходят в категорию средней и ниже средней продуктивности. Индицирующими признаками из почвенных свойств являются: накопление в верхних горизонтах хлористых солей и начало процессов дегумификации, и формирования на поверхности почвы рытвин с нестабильной формой очертаний контуров.

Абиотические показатели, выполняющие роль почвообразующей породы, оказывают косвенное влияние, сохранением остаточных признаков гумусированных прослоек с одной стороны; увеличением долевого соотношения минеральной части почв в процессах выветривания – с другой. Класс умеренного опустынивания – это стадия, характеризующая формирование гумусированных горизонтов; здесь принимает участие мелкозем, источником которого является подстилаящая порода, лишенная органического вещества [3,24].

Класс процессов сильного опустынивания отмечается дифференциацией функций биотического и абиотического блоков почвенной массы. Доминирующую роль выполняют процессы обновления на поверхности геологических отложений под влиянием эрозионных процессов. Главным показателем является разрушение биологически активного поверхностного слоя в результате воздействия эрозии, техногенных объектов, перегрузки пастбищ, сооружение открытых разработок полезных ископаемых и т.д. Основные признаки – отсутствие гумусированных горизонтов почв в результате разрушения и выхода на поверхность рыхлых пород. Геологическая порода имеет почвообразующий потенциал, характерного отложениям глинистого, суглинистого гранулометрического состава. Вышедшая на поверхность почвообразующая порода выполняет функции в качестве компонента наземных экосистем в условиях взаимодействия с почвообразующими факторами. Профильная дифференциация начинается с образованием корнеобитаемого горизонта с тенденцией увеличения его мощности и усиления процессов гумификации.

Важной особенностью рассматриваемого класса является выраженная седиментация в сочетании с дефляцией почв. Седиментация и формирующиеся при этом элементы рельефа (бугры, гривы, дюны) имеют временный характер с определенной цикличностью. Дифференциация отрицательных элементов рельефа рытвины, кольцеобразные понижения и появление положительных элементов – бугров, гривов, повышений выступают в качестве отличительных черт сильного опустынивания [24,25].

Класс процессов очень сильного опустынивания выделяется на основании выявленных различий в свойствах почв и их комбинаций, происхождение которых связано с факторами абиотического происхождения. Выявление биотических факторов здесь подавляется с изменением отложений вышедших на поверхность отложений подверженных воздействию физического выветривания. В начальный период физического выветривания и при сохранении его показателей в последующие периоды наибольшее значение для картографии почв имеют эоловые седиментационные процессы.

Седиментация и осаждение, как особые формы пустынной деградации протекают в условиях непрерывного взаимодействия поверхностных отложений, образуемых положительные и отрицательные элементы микро-мезорельефа.

В качестве картографических признаков рассматриваемого класса выделяются:

- Изменение размера площадей и геометрических очертаний, включая стабильность форм элементов рельефа;
- Профильную дифференциацию новообразованных форм насыпного грунта;
- Мелкоземлистый наносной материал, оказавшийся под рыхлым материалом, нанесенным сильными ветрами, суховеями, пыльными бурями.

Из признаков, применяемых в картографии опустынивания, проявляющегося в очень сильной степени с позиций оценки химических изменений, выделяются высокое содержание легкорастворимых солей их токсичность и распределение в горизонтах А+В. Для разграничения этого показателя условно выделяется «Критическая концентрация солей», выше категорий исключается возможность развития растений и дифференциация гумусовых горизонтов при увеличении солей выше критической концентрации. При непрерывном увеличении солей развиваются эрозионные процессы с обнажением пород и геологических отложений. Выпадают растительные сообщества, теряется продуктивность с формированием свойств характерных для почвообразующей породе.

При картировании территорий, подверженных опустыниванию в качестве принципиальной основы выступает типовой уровень, отражающий содержание выделенных единиц и формирующихся различий. Объективная характеристика их влияний достигается при определении комплексного характера воздействия почвенных процессов. Обобщая данные по картографии

опустынивания, возникает необходимость комплексного учета признаков по показателям дефляции, седиментации, плотности сложения почвенных горизонтов и степени их засоления. Перечисленные признаки характеризуют проявление опустынивания с развитием их очагов и чередующихся углублений. Принципиальной основой выделенных единиц для картографии природного и антропогенного опустынивания являются таксономические единицы, выделенные на уровне типового подразделения (табл. 2).

Таблица 2.

Типовой уровень подразделения процессов опустынивания

№	Тип опустынивания	Генетическое происхождение	% от общей площади региона
1.	Фитогенный	Дигрессия пастбищной растительности, представленная коренными сообществами	28,5
2.	Литогенный	Ветровая эрозия, движение песков и мелкозема	18,9
3.	Литогенно-аккумулятивный	Седиментация движущихся песков и мелкозема	7,3
4.	Литогенно-галогенный	Обнажение, выход на поверхность засоленных геологических пород	4,1
5.	Гидрогенно-транзитный	Водная эрозия почв	2,7
6.	Гидрогенный	Заболачивание	1,6
7.	Гидрогенно-аккумулятивный	Затопление, подтопление, иссушение	6,7
8.	Литогенно-климатогенный	Осушение донной поверхности сезонно-существующих озер, водоемов	3,5
9.	Агрогалогенный	Вторичное засоление орошаемых земель	5,1
10.	Техногенный	Отводы земель, физическое разрушение профиля почв, дегрессия растительности	9,0
11.	Зоогенный	Выпас скота, разрушение поверхностного слоя почв	22,3
12.	Фитогалогенный	Вторичное засоление почв, перевыпас скота	2,0
13.	Пески движущиеся	Барханно-бугристые, равнинные, приморские	1,5
14.	Прочие виды угодий временного функционирования	Земельные участки заложенных скважин по добыче подземных вод, аккумуляция сбросных вод в мелких углублениях, микропонижениях	1,4

Фитогенный тип процессов опустынивания характеризует состояние пастбищных угодий по видовому и флористическому составу, устойчивости, продуктивности. Формируется при чрезмерно высокой нагрузке и сопровождается дигрессией пастбищной растительности. Это наиболее распространенный тип опустынивания, на образование которого существенное влияние оказывает сокращение функционирующих площадей почв в результате отводов земель для размещения объектов сферы промышленной деятельности человека. При этом уменьшаются общие запасы биомассы растений, кормоемкость пастбищ с утратой биологического разнообразия [2]. Сокращение количества биомассы, численности и разнообразия организмов нарушает эволюционный процесс, разрывает пищевые цепи, уменьшает энергетические ресурсы. Почвы утрачивают плодородие и органическое вещество. Экологические последствия фитогенного типа опустынивания формируются под влиянием следующих факторов:

– Дигрессией пастбищ, потерей продуктивности, устойчивости естественной растительности;

– Обеднением видового состава растений и промысловых видов животных, утратой генетического разнообразия;

– Потерей средообразующей роли растительного и животного мира и значительной части биопотенциала, наземных экосистем;

– Дегумификацией почв, нарушением структурно-функциональной организации почвенного покрова. Характерной чертой фитогенного типа является широкое распространение и смена степных фитоценозов ксеро-галоморфными группировками, появление ксерофитов и уменьшение проективного покрытия растений. Фитогенный тип опустынивания занимает более 28,5 % территории пастбищ подверженных опустыниванию.

Литогенный тип опустынивания характеризуется сносом верхних горизонтов почв и дернины растений под влиянием процессов ветровой эрозии. Ветровая эрозия, движение песков и мелкозема сопровождается процессами, связанными с биосферно-экологическими изменениями. Поэтому для полной и объективной характеристики происходящих изменений вводится литогенно-транзитный тип опустынивания, отражающий изменения, формирующихся в почвах, породе, растительности [9,16].

Литогенно-аккумулятивный тип процессов опустынивания связан с накоплением песка и мелкозема под влиянием ветровой эрозии. По данным космических снимков установлено, что перенос песков из регионов Центральной Азии в направлении Северо-западного Прикаспия. Движущиеся пески в пределах Терско-Кумской низменности привели к накоплению их в пределах Ногайского района РД с засыпкой значительной части строений, дорог и сельскохозяйственных угодий. Территория подверженная седиментации, осадению песков ежегодно расширяется и опасность движения песков с засыпкой почв сохраняется.

Литогенно-галогеенный тип процессов опустынивания характерен для окрестностей песчаных массивов, где ветровой фактор вскрывают до определенной глубины (0,5–1,0 м) прослойки почвообразующих пород с содержанием значительного количества легкорастворимых солей. Обнаженная поверхность земли образует кольцеобразные углубления. В результате воздействия атмосферных осадков и высоких среднесуточных температур углубления расширяются и периодически на поверхность выходят отложения литогенно-галогеенного происхождения [21].

Гидрогенно-транзитный тип опустынивания выделяется по степени проявления ирригационной эрозии почв, преимущественно в орошаемых условиях. Следует отметить, значимость почвенного показателя, как ведущего признака опустынивания и целесообразность выделения рассматриваемого типа. Учитывая этого, вводится гидрогенно-транзитный тип опустынивания, ареалы которого распространены в западной части Терско-Кумской низменности, в низовьях рек Терека, Сулака и частично в южной примоской полосе. Ограниченное распространение (2,7 %) от площади региона гидрогенно-транзитного типа опустынивания объясняется небольшими площадями орошаемых земель, где отсутствуют процессы вторичного засоления.

Гидрогенный тип процессов опустынивания отличается отсутствием продуктивности почв в связи с затоплением прибрежных территорий Каспийского моря и образованием плавней, болот и выходом на поверхность грунтовых вод. Их очертания и размеры имеют динамичный характер, отражая влияние уровня режима Каспия и внутренних водоемов. В настоящее время ареалы земель гидрогенного типа опустынивания распространены в приморской полосе, где циклически повторяются нагоны, сгоны морской воды.

Максимальные показатели влияния уровня Каспия на наземные экосистемы выявлены при отметке – 28,5 м (1994–1995). Площадь затопленной территории в Дагестане подвергается изменению периодически, 1995 году составила 240 тыс. га, 2005 году – 150 тыс. га, заболоченных – 50 тыс. га. Тенденция уменьшения уровня морской воды продолжается, сохраняя годовые, сезонные (обратимые) процессы. Изменилась общая структура земельной поверхности приморской полосы – соотношение площадей суши и водной поверхности. Со смещением границ наземных экосистем изменилась внутренняя структура континентальной части региона, как результат смыкания морских вод с внутренней гидрографической сетью [6,13].

Гидрогенно-аккумулятивный тип процессов опустынивания имеет условный характер, формирование его идет в результате аккумуляции морской воды в естественных углублениях и искусственных водоемах, сформированных на поверхности Земли. Стабильное повышение уровня Каспийского моря в 1990–1992 г.г. привело к затоплению, подтоплению 0,5 млн. га земель, представленных сельскохозяйственными угодьями. Затопленные площади земель, потеряв продуктивность под водой, переходят в категорию водных экосистем. Особенностью затопляемой влияния морской воды является динамика изменения глубины грунтовых вод находящихся в континентальной части региона [22].

Литогенно-климатогенный тип процессов опустынивания объединяет ареалы обсыхающего дна сезонно-существующих озер и водоемов, включая прибрежную полосу Каспия. Осушение морского дна и озер в наиболее широком плане наблюдается в береговой полосе северной части равнинного Дагестана. Специфика литогенно-климатогенного опустынивания заключается в том, что иссушение высвободившейся из под воды земельной поверхности протекает при высоких среднесуточных температурах и интенсивной солнечной радиации. Резкая смена условий избыточной увлажненности с острым дефицитом влаги и значительным колебанием температур приводят к коркообразованию и интенсивному накоплению легкорастворимых солей.

Агрогалогенный тип процессов опустынивания формируется в пахотных орошаемых почвах и в экосистемах защищенного грунта. Процессы опустынивания почв под естественной растительностью природных кормовых угодий связаны с отчуждением поедаемой части зеленой массы травостоя и уменьшением органического вещества в биологическом круговороте. В результате изменяется гумусовое состояние почв и физико-химические свойства. Почвы теряют биологическую продуктивность и переходят в категорию “бросовых” земель или залежей. Агрогенный тип аридной деградации и опустынивания относится к категории деградированных процессов обратимого характера.

Техногенный тип опустынивания отличается широким распространением островного типа размещения контуров. Они располагаются в смежных условиях климатогенными, агрогалогенными и фитогалогенными типами. Размеры контуров небольшие (не превышают 10 га) и расположены в условиях обслуживания сельскохозяйственных угодий.

Одним из главных параметров техногенного опустынивания является отчуждение земель для размещения городов, поселков, промышленных объектов, которые приводят к сокращению площадей функционирующих почв на значительных площадях. Большие города, крупные промышленные центры отчуждают и сокращают биосферно-активную часть аридных земель, способствуя повышению среднегодовой температуры воздуха, усиливая дефицит атмосферной влаги. Важным показателем, отличающим техногенное опустынивание, является нагрузка, создаваемая при производстве промышленной продукции и сопутствующих твердых, жидких и газообразных отходов. Сжигание газов, нефти в промышленности и в транспорте сопровождаются поступлением в атмосферу, затем в воду и почву более 40 различных химических элементов.

Зоогенный тип опустынивания характерен для пастбищных угодий и лугов, используемых при высоких нагрузках выпаса крупного и мелкого рогатого скота. Широко распространен в местах скопления животных (вокруг кошар, колодцев, скотоплощадок), где интенсивное действие отражается на состоянии биологически активного слоя почв. Ареалы зоогенного типа опустынивания значительно расширились в связи с увеличением количества поголовья скота содержаемого в регионе. Это привело к усиленному разрушению подземных органов растений, разрыхлению, разбиванию поверхностного слоя почв.

Фитогалогенный тип опустынивания проявляется на почвах различной стадии засоления и солончаках при высоких пастбищных нагрузках. Отличительные черты: разбивание, разрыхление, уплотнение подгумусового горизонта, образование водоупорных слоев в полуметровой толще профиля. Фитогалогенное опустынивание выступает в качестве одного из основных показателей антропогенного воздействия, проявляющегося вследствие подтяжки легкораствори-

мых солей в верхние горизонты почв при перевыпасе скота и отсутствии фитомелиоративных мероприятий.

Пески движущиеся распространены в приморской полосе и северной части равнинного Дагестана. В континентальной части регионов распространены в Ногайском, Тарумовском районах в массивах Тереклинского, Терского, Бажиганского песков, обладающих способностью перемещаться воздушными потоками. Для песчаных образований характерно движение воздушными потоками в противоположных направлениях с востока на северо-запад – теплый период года, и в обратном направлении – в холодный период года [5,6].

Выделенные типы опустынивания и ареалы их отражены в составленной карте опустынивания земель в масштабе 1:200000. Картографическая работа по проблеме опустынивания проводится на основе материалов почвенной съемки, ландшафтного картирования (Рис.). Картография процессов опустынивания новая проблема, возникшая в связи с деградацией аридных экосистем, формирующихся вне пояса пустынного климатического режима [7].

Особое значение при картографическом отображении биосферно-экологической роли почв важное значение имеют данные о почвообразующем потенциале пород, способствующих формированию биологического активного слоя земли. При залегании плотных пород почвообразующий потенциал минимален, так как для формирования гумусированных горизонтов необходим длительный период времени. Выветривание плотных пород при этом протекает медленно, хотя со временем, в рамке геологического отрезка формируются физико-химические процессы, способствующие образованию гумусированных слоев. При условии залегания мелкоземлистых отложений физические условия необходимые для формирования почвенных горизонтов заложены в почвообразующей породе. К таким свойствам относятся – механическая раздробленность горных пород, рыхлое сложение и наличие водоудерживающей способности. На минеральном субстрате мелкоземлистой породы постепенно заселяются живые организмы с последующим выделением продуктов жизнедеятельности. Этими свойствами обуславливается почвообразующий потенциал твердых пород после превращение их в мелкоземлистую массу [11].

На формирование различий, связанных с отсутствием почвообразующего потенциала (в периоды проведения исследований) твердых пород до настоящего времени не обращали достаточного внимания по следующей причине. Площади земель, занимаемые плотными породами в большинстве аридных регионов в т.ч. и Прикаспийской низменности незначительны. На плотных породах (песчаники, известняки, сланцы) отсутствует почвенный покров и синтез биологической продукции. Из-за ограниченности площадей, плотные породы не включены в категорию пустынных земель. В то же время, на значительной территории регионов Ближнего Востока выходы твердых пород на поверхность распространены на больших площадях. Их размеры соответствуют параметрам природных пустынных земель Европы, Азии и Африки. Признание, констатация этого фактора имеет принципиальное значение, так как в имеющихся картографических материалах их контуры, подлежащие картированию, при мелких и средних масштабах не учитываются. При картировании земель подверженных опустыниванию, аридизации рекомендуется выделить фрагменты каменистых пустынь как картограммы крупного масштаба на уровне самостоятельного класса – каменистой пустыни. В представленной карте опустынивания земель Республики Дагестан, каменистые пустыни отсутствуют. Вопрос о выделении ареалов в картографических материалах засушливых территорий необходимо решить в качестве самостоятельного вопроса первоочередного значения.

В основу составления представленной карты опустынивания земель положены методические указания, принятые в картировании почв, растительности и ландшафтов [5,6,7,8] содержание которых носит комплексный биосферно-экологический характер. Наибольший интерес по картированию ареалов плотных пород засушливого климатического пояса представляют методические подходы, применяемые в почвенной съемке, разных масштабов. При этом подвергаются картированию типы почвообразования и процессный уровень их формирования.

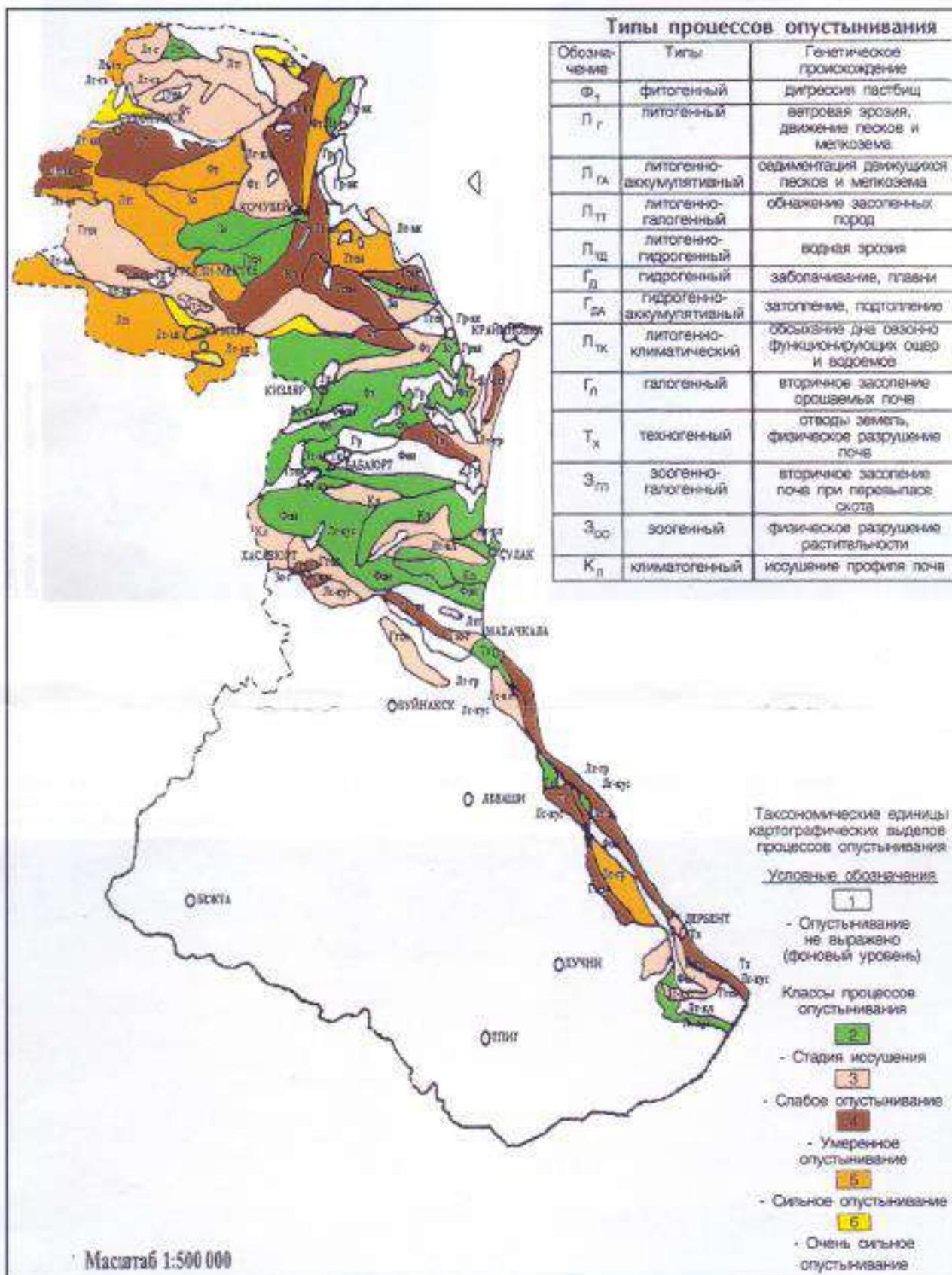


Рис. Карта процессов опустынивания земель Дагестана.

Аналоги и общие черты в методических подходах выделения типов почв и типов процессов опустынивания позволяют применять разработки по методическим указаниям картирования опустынивания в обзорном масштабе. Кроме того, в основу картографических работ приняты результаты карты опустынивания земель СССР Н.Г. Хариным в 1986 г. и В.А. Банановой для территории Калмыкии в 1992 году. В них отражены различные классы опустынивания земель с выделением контуров, отличающихся по показателям аридной деградации. Применяя эти методы, нами составлен первый вариант карты опустынивания земель, и отобран накопленный материал, отражающий стадии опустынивания в условиях Прикаспийской низменности.

Особое значение имеет выявление различий между процессами опустынивания и почвообразования. Ареалы типов почвообразования совпадают по содержанию и площади с генетическими типами почв [12,14]. Такое явление не подтверждается в пустынной зоне в других регионах. Отличительные черты пустынных регионов относятся к появлению естественной деградации и выражены в высшей степени. Для изучаемой территории Прикаспийской низменности и сопредельных регионов характерна засушливость климата и антропогенное опустынивание. Пустынные территории антропогенного происхождения обладают способностью восстановления почвенно-растительного покрова при условии оптимизации использования и применения новых технологий.

Значение картографического отображения классификационных единиц заключается в том, что рекомендуемые разработки дают возможность определить изменения пространственного соотношения сообществ и различия, формирующихся их в видовом составе и численности особей. В основу дифференциации показателей выделенных единиц опустынивания положена общепринятая концепция о приуроченности живых организмов к определенной среде, т.е. выявляется роль среды в отборе тех видов живых организмов, которые приспособлены и адаптированы к засушливым условиям. Ведущими факторами, определяющими видовой состав растительных группировок, являются различия заложенные в основу выделения классов опустынивания. Они определяются сохранением почвенных горизонтов с оптимальным содержанием гумуса с достаточной степенью увлажнения. Важное значение имеет так же продолжительность воздействия локальных условий, в т.ч. дефляции и высоких антропогенных нагрузок. Взаимовлияние факторов, формирующихся в условиях разных классов опустынивания, проявляется в динамике поселения растительности и почвенной фауны и их функциональной организации. Формируются ряды литогенных сукцессий, характеризующиеся сменой отдельных видов растений и их популяций во времени и пространстве. Появление живых организмов на поверхности обнаженных геологических отложений означает начало аридного типа почвообразования. Параметры распределения растительности по классам и типам опустынивания позволяют выявить экологические факторы, которые определяют появление сообществ, группировок, популяций характерных для определенной классификационной единицы опустынивания. Влияние этих факторов проявляется во времени и пространстве. На начальном этапе идет стабилизация процессов дефляции в течение 3–5 лет с формированием одновидовой группировки – солянки супротиволистной (*Petrosimonia brachiata*). Второй этап – 5–6-ой год, дополняется группировкой сведой мелко-листной (*Sveda prostrata*) и другими видами адвентивных растений.

В таксономическом отношении дополнение и обогащение видового состава растений соответствует схеме: одновидовая группировка – класс плодородия, двувидовая – класс умеренного опустынивания – на почвах среднего уровня плодородия, многовидовая – класс слабого опустынивания с фоновым уровнем плодородия. В целом закономерное изменение видового разнообразия прослеживается в аридных экосистемах со всеми особенностями, что естественно отражается на картах опустынивания разных масштабов.

Выводы

Повышенный интерес к изучению проблем картографии, классификации, географии почв подверженных опустыниванию определяется глобальными процессами, способствующими изменению площадей и пространственных границ распространения опустынивания. Простран-

ственное изменение количественно-качественных закономерностей распространения изучены в Прикаспийской низменности в пределах аридных регионов.

1. В основу картографии принято положение рассматривающее опустынивание как процесс деградации на уровне надтиповых различий, охарактеризована ведущая роль изменений в свойствах почв в различных стадиях аридной деградации, определена степень изменения физико-химических и биологических свойств почв в условиях естественной и антропогенной деградации аридных земель.

2. Обоснованы принципы картографии аридной деградации почв под естественной растительностью пастбищ выделением классификационных единиц – класса, типа. Ареалы классов определены по почвенным признакам и степени депрессии растительного покрова. На высшем уровне выделены классы определяющие стадии опустынивания. характеристика параметров по классам показывает изменения комплекса условий при котором формирующиеся различия имеют высокий таксономический уровень. При разной степени опустынивания почвенный покров представлен различными типами по засолению, солонцеватости, эрозии; растительный покров- сообщества эфемерово-солянковыми, полынно-солянковыми, эфемерово-полынными, злаково-ковыльными.

3. Выделенные классы характеризуются степенью адаптации экосистем к условиям засушливого климатического режима:

- Фоновое опустынивание формируется под влиянием зональных условий пустынь и полупустынь;
- Слабое - дифференциация различий, формирующихся в гумусовом горизонте под растительностью полынно-соляноквого комплекса;
- Средняя степень выделена на основе признаков, формирующихся при совместном воздействии биотических и абиотических факторов;
- Очень сильное - формируется в условиях подавления влияния биотических факторов и нарастания интенсивности физического выветривания.

4. Картографической основой выделенных классов опустынивания являются потенциал ресурсов почв, растительности, животного мира и элементов климатического режима. Комплексный учет признаков выделенных классов дает возможность определить картографически в виде отдельных контуров градаций опустынивания, существующих в современных условиях. Содержательная информация карты опустынивания, иллюстрирует пространственное распространение ареалов, процессов, площадей земельных ресурсов пригодных для использования в различных отраслях народного хозяйства.

5. Представленная карта опустынивания земель является картографическим обобщением накопленного материала в целях пространственного отображения разных стадий процессов аридной деградации одного из типичных регионов Прикаспийской низменности. Теоретическая сторона работы базировалась на использовании разработок с дополнением их положениями, принятыми при проведении почвенных съемок. Как основа содержательной информации составлена классификация процессов выделением контуров с соблюдением таксономической соподчиненности. На высшем уровне выделены типы и классы, характеризующие опустынивание как зональное явление. Выделенные термины типа, класса опустынивания теоретически обоснована использованием принципов эколого-биосферной концепции почвообразования.

Работа выполнена в рамках госзадания Института геологии ДФИЦ РАН №1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Даг. АССР. Гидрометеиздат СССР. Ленинград. 1973. 84 с.
2. Адаптация почвенных животных к условиям среды // Под редакцией М.М. Гилярова. М.: Наука. 1977. 191 с.
3. Акимцев В.В. Почвы Прикаспийской низменности Кавказа. Ростов-на-Дону. 1957. 257 с.

4. Базилевич Н.И. Родин Л.Е., Гарина А.И. Продуктивность и биологический круговорот в солончаковых сообществах. Проблемы биологии, геоботаники и ботанической географии. Наука. 1973. С. 52-56.
5. Бананова В.А. Мониторинг процессов опустынивания. Министерство науки и образования РФ. Ростов-на-Дону. 2013. 50 с.
6. Биарсланов А.Б., Залибекова М.З., Асгерова Д.Б. Об основных принципах применения ГИС в картографии почв // Почвы аридных территорий и проблемы охраны их разнообразия. Махачкала. 2014. С. 57-63.
7. Гасль А.Г. Пески и песчаные массивы Терско-Кумской низменности. Махачкала. 1952. 69 с.
8. Докучаев В.В. Картография русских почв. Соч. Т. 6. М-Л.: 1949. 258 с.
9. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. Соч. Т. 4. 1951. С. 398-414.
10. Залибеков З.Г. Основные критерии формирования разнообразия почв и их ресурсов в регионах Прикаспийской низменности // Сборник «Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием». Махачкала-Волгоград. 2016. С. 31-37.
11. Залибеков З.Г., Гамзатова Х.М. Типы опустынивания почв и критерии оценки деградационных процессов // Известия вузов. Северокавказский регион. Естественные науки. 2017. №2. С. 50-56.
12. Зонн С.В. Вопросы преобразования почв Дагестана в связи с интенсификацией их освоения // Биологическая продуктивность почв дельтовых экосистем. Махачкала. 1978. С. 68-74.
13. Кулик К.Н. Аэрокосмический мониторинг водной и ветровой эрозии // Восстановление и использование эродированных земель // ВНИАЛМИ. Волгоград. 1998. С. 157-169.
14. Кулик К.Н. Оценка, картографирование, мониторинг и прогноз опустынивания // Антропогенная безопасность // Сб. лекций ЮНЕП/ЦМП ВНИАЛМИ. Москва-Волгоград. 2000. С. 142-151.
15. Ковда В.В. Биосфера почвы и их использование. Доклад на пленарном заседании X Международного конгресса почвоведов // Почвоведение. 1975. № 1. С. 6-14.
16. Любимова И.Н. Возможные изменения почв сухостепной зоны в связи с глобальным изменением климата // Почвоведение. 1922. № 10. С. 1301-1310.
17. Почвенная съемка. Изд. АН СССР. М.: 1959. 214 с.
18. Просалов Л.И. Картография почв // Успехи почвоведения. Доклад на I конгрессе почвоведов мира. М.: 1927. 282 с.
19. Почвенная карта мира. Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. М.: .1978.
20. Тонконогов В.Д. Эволюционно-генетическая классификация почв и напочвенных образований суши // Почвоведение. 2001. № 6. С. 653-659.
21. Тулышева Е.В., Мацапулин В.У., Исаков С.И. Особенности формирования долины реки Исти-Сув // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2021. №1. С. 36-40.
22. Суховеева О.Э. Поступление органического углерода в почву с послеуборочными остатками сельскохозяйственных культур // Почвоведение. 2022. № 6. С. 737-747.
23. Фридланд В.М. Опыт почвенно-географического разделения Кавказа // Вопросы географии, генезиса почв. Изд. АН СССР. 1957. С. 94-111.
24. Фридланд В.М. Основные положения почвенной картографии // Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука. 1986. С. 119-137.
25. Харин Н.Г. Нечаева Н.Т., Николаев В.И. Методические основы изучения и картографирования процессов опустынивания // Ашхабад. 1983. 103 с.

УДК 556.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-55-60

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ ДАГЕСТАНА

Самедов¹ Ш.Г., Газалиев¹ И.М., Юрченко² Св.А.

¹Институт геологии ДФИЦ РАН,

²ООО «Даггеомониторинг» г.Махачкала

Изучение режима подземных вод в естественных условиях и в условиях техногенного воздействия необходимо, прежде всего, для оценки состояния и тенденций их изменения, прогнозирования происходящих в них процессов, контроля соответствия расчетных и фактических величин эксплуатационных запасов подземных вод. Для изучения гидродинамического режима подземных вод использованы данные, полученные ООО «Дагестангеомониторинг». Результаты режимных наблюдений служат для гидрогеодинамического моделирования, оценки состояния ресурсной базы по подземным водам, основой для выработки своевременных мероприятий по охране подземных вод от истощения и загрязнения.

Ключевые слова: Терско-Кумский артезианский бассейн (ТКАБ), водоносный комплекс (ВК), подземные воды (ПВ), месторождение пресных подземных вод (МППВ), гидродинамический режим, хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ).

HYDRODYNAMIC REGIME OF GROUNDWATER IN THE TERSK-KUM ARTESIAN BASIN WITHIN DAGESTAN

© Sh.G. Samadov¹, I.M. Gazaliev¹, T.I. T.I. Abdulganieva¹, St.A. Yurchenko²

¹Institute of Geology DFRC RAS, ²ООО "Daggeomonitoring" Makhachkala

The study of the groundwater regime in natural conditions and under conditions of man-made impact is necessary, first of all, to assess the state and trends of their changes, predict the processes occurring in them, and control the compliance of calculated and actual values of operational groundwater reserves. To study the hydrodynamic regime of groundwater, data obtained by Dagestangeomonitoring LLC were used. The results of routine observations serve for hydrogeodynamic modeling, assessment of the state of the groundwater resource base, and the basis for developing timely measures to protect groundwater from depletion and pollution

Keywords: Tersko-Kuma artesian basin (TKAB), aquifer complex (VK), groundwater (PV), fresh groundwater deposit (MPPV), hydrodynamic regime, household drinking water supply (CPV).

По особенностям режима в Восточно-Предкавказском артезианском бассейне (ВПАБ) в целом, и в Терско-Кумском, как в его части, выделяется ряд гидрогеологических районов, отличающихся:

- по условиям формирования ресурсов подземных вод в области питания,
- по глубинам залегания водоносных комплексов и гидродинамическим особенностям области транзита,
- по условиям разгрузки водоносных горизонтов и комплексов,

Наблюдения за гидродинамическим режимом ПВ Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ) проводятся в области питания, транзита и частично разгрузки, что позволяет охарактеризовать региональные изменения напоров основных водоносных комплексов ТКАБ, как части трансграничной гидрогеологической структуры ВПАБ.

Для ежегодной оценки состояния и прогноза изменений подземных вод основных водоносных горизонтов в естественных и природно-техногенных условиях на территории ТКАБ ООО «Дагестангеомониторинг» проводятся регулярные наблюдения по 66 наблюдательным пунктам государственной опорной наблюдательной сети (ГОНС), сбор, анализ и обобщение

данных о показателях состояния подземных вод по 10 пунктам объектной наблюдательной сети (ОНС).

Стационарные режимные наблюдения проводятся за гидродинамическим состоянием подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения по по 5 водоносным комплексам (aQ_{II-III} ; aQ_{Ib} ; mQ_{II-III} ; mQ_{Ib} ; N_2^3ap) и 2-м месторождениям ППВ в пределах северной части ТКАБ.

Наибольшее количество наблюдательных пунктов государственной и объектной наблюдательной сети расположено в Ногайском и Кизлярском.

Оценка гидродинамического состояния подземных вод в пределах северной части ТКАБ выполнена по морскому и аллювиальному средне-верхнеэоценовому (aQ_{II-III}), эоценовому (aQ_{Ib}) и верхнеплиоценовому (N_2^3ap) водоносным горизонтам и на водозаборах месторождений пресных подземных вод (Кизлярском и Хасавюртовском) в нарушенных природно-техногенных условиях.

По метеорологическим данным 2020-2021 годы на территории Республики можно отнести к засушливым, при этом 2020г в северной части Республики по осадкам был на уровне среднемноголетних значений, а за 2021г осадки были чуть выше 2020г, особенно в районе Терекли-Мектеб, Кочубей, Кизляр. В целом количество выпавших осадков в северной части Республике было от чуть ниже среднемноголетних до среднемноголетних значений, при этом температурный фон продолжал повышаться [1, 2, 3].

Особенности гидрометеорологического режима отразились и на гидродинамическом режиме грунтовых и слабонапорных вод в естественных и слабонарушенных условиях:

- *северная часть* ТКАБ (Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 1, Бажигановский пост ГОНС) уровни подземных вод в сравнении с тем же периодом 2020г на границе со Ставропольским краем (район г. Южно-Сухокумск) в пределах Бажигановского поста ГОНС снизились от 0,06 до 0,15 м (Рис. 1), оставаясь пока в многолетнем разрезе, в основном, несколько выше на 0,06-0,13м, и от первоначальных также остаются высокими на 0,32-0,83м, при амплитуде колебания 0,09-0,15м.

В районе с. Терекли-Мектеб (Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 1 ГОНС) отмечено повышение уровней на 0,02-0,17м, при этом относительно среднемноголетних уровни ниже на 0,22-0,3м и ниже первоначальных на 0,34-1,77м, амплитуда колебаний составила от 0,25 до 0,54м;

- *в центре* (восточнее г. Кизляр, Цветковский пост ГОНС) наблюдается, снижение уровней в сравнении с 2020г на 0,31-0,69м; по сравнению со среднемноголетними уровни по – прежнему выше на 0,69-0,78 м и очень высокими остаются по сравнению с первоначальными на 2,31-2,83м. Амплитуда колебаний уровня составила от 0,5 до 1,45м;

- *на юге* (юго-западнее с. Бабаюрт, Бабаюртовский пост ГОНС) уровни, в сравнении с тем же периодом 2020г ниже на 0,06-0,50м; в сравнении со среднемноголетними значениями они остаются, в основном, выше на 0,03-0,22м, от первоначальных уровни выше на 0,06-0,46м. Амплитуда колебаний уровня составила от 0,30 до 1,51м;

- *на западе* (восточнее с. Кунбатар, Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 2 ГОНС) отмечается небольшое снижение уровней в сравнения с 2020г. на 0,10-0,13м, в многолетнем разрезе уровни остаются высокими на 0,61-0,70м, относительно первоначальных остаются высокими на 0,72-1,35м. Амплитуда колебания уровней составила от 0,46 до 0,79м;

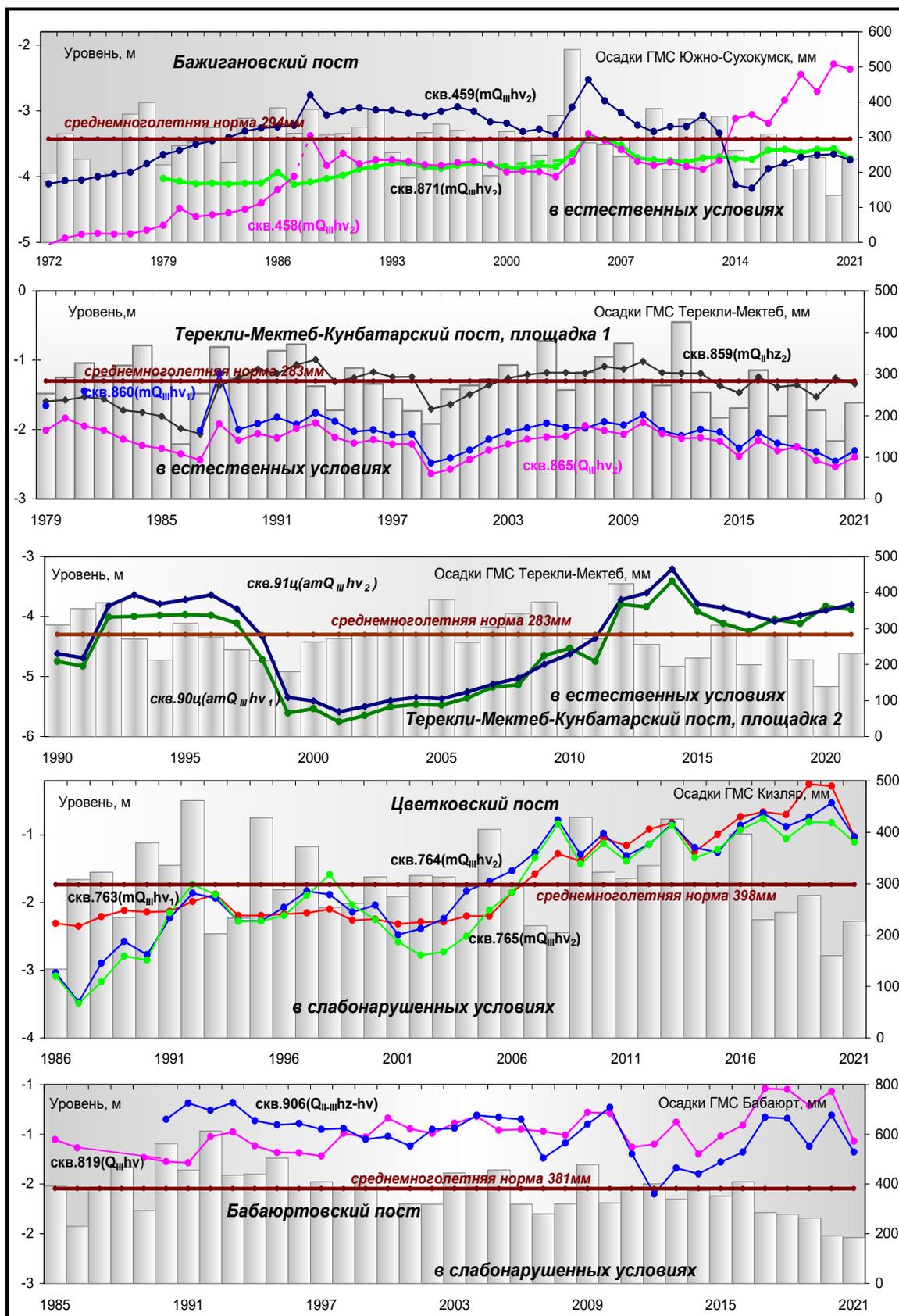


Рис. 1 Гидродинамический режим грунтовых и слабонапорных подземных вод в пределах равнинной части ТКАБ

- на востоке (прибрежная полоса Каспийского моря, Огузерский пост ГОНС), отмечается, в основном, повышение уровней на 0,10-0,34м, по сравнению с тем же периодом 2020г, в сравнении со среднемноголетними значениями уровни, как выше на 0,01-1,16 м, так и ниже на 0,13-0,67м, и по сравнению с первоначальными также, как выше на 0,45-1,04м, так и ниже на 0,01-1,85м. Амплитуда колебаний составила от 0,23м до 0,88м (Рис. 2).

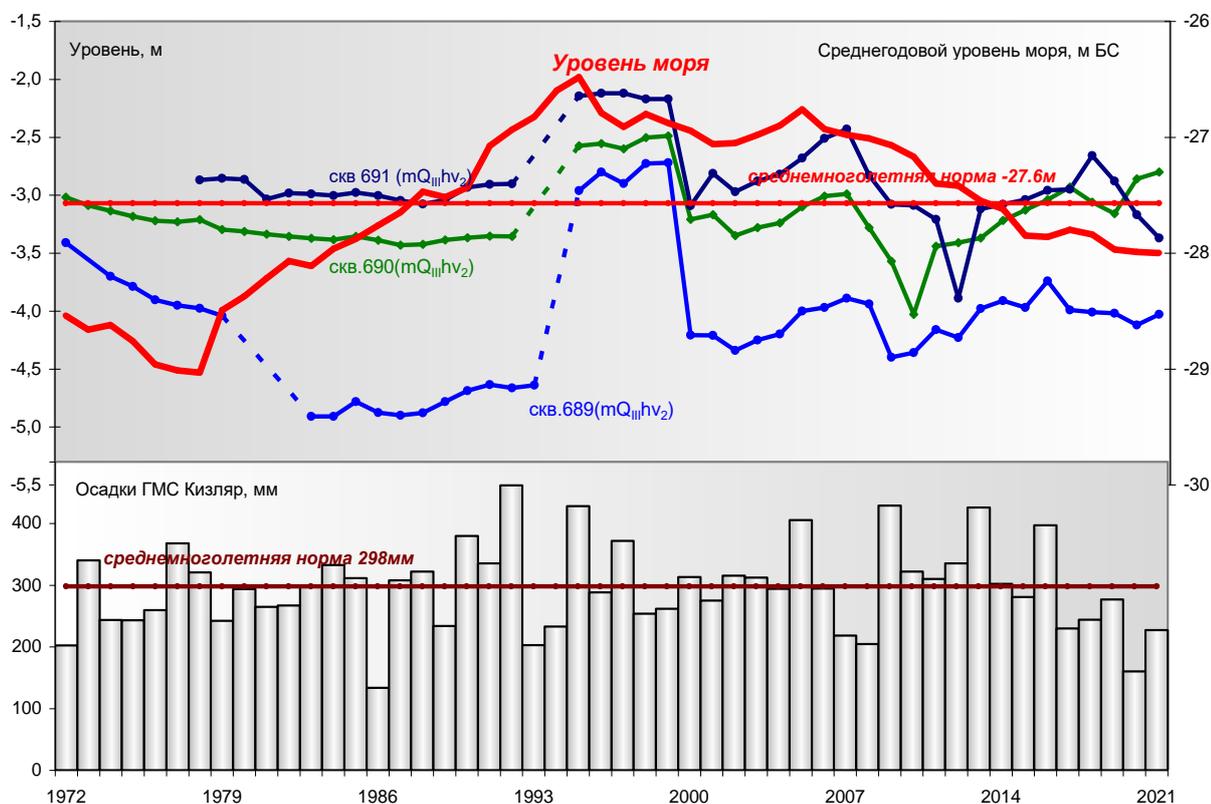


Рис. 2 Гидродинамический режим грунтовых и слабонапорных подземных вод в пределах восточной части ТКАБ (Огузерский пост)

Хасавюртовское месторождение ППВ.

Запасы на месторождении переутверждены в объеме 27,3 тыс.м³/сут (протокол ТКЗ №15-ПВ от 18.12.2015г). Основной водозабор, разбуренный в 1986г., состоит из 15-ти эксплуатационных скважин и 7 разведочных, расположенных в 5-6 км к северу от г.Хасавюрт, где проживает более 130 тыс.человек.

Годовой водоотбор составил 6,06 тыс.м³/сут для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Хасавюрт. Эксплуатационные ВГ - аллювиально-морской средне-верхнеоплейстоценовый (*aQ_{II-III}*) и эоплейстоценовый (*aQ_{Ib}*) I и II ВГ.

Уровень подземных вод установился на высоте 0,12м, в сравнении с 2020г. – немного ниже на 0,01м; амплитуда колебания уровня в разрезе года составила 0,06м; в сравнении со среднемноголетними значениями чуть ниже на 0,01м.

В многолетнем разрезе за период 1973-2021гг. снижение уровня по эоплейстоценовому (*aQ_{Ib}*) ВК составило 16,9м, а максимальное снижение на 14,6м произошло с 1973 по 1983гг.

Оценка гидродинамического состояния подземных вод в нарушенных условиях выполнена в районах интенсивной добычи до 72 тыс.м³/сут в пределах ТКАБ (Ногайский, Тарумовский, Кизлярский, Бабаюртовский, Хасавюртовский, Кизилюртовский, Кумторкалинский районы) по

эксплуатационным верхнеплиоценовому (апшеронский) водоносному комплексу (N_2^3ar) и морскому эоплейстоценовому (aQ_{1b}) ВК на 6 постах ГОНС, расположенных вне действующих водозаборов подземных вод.

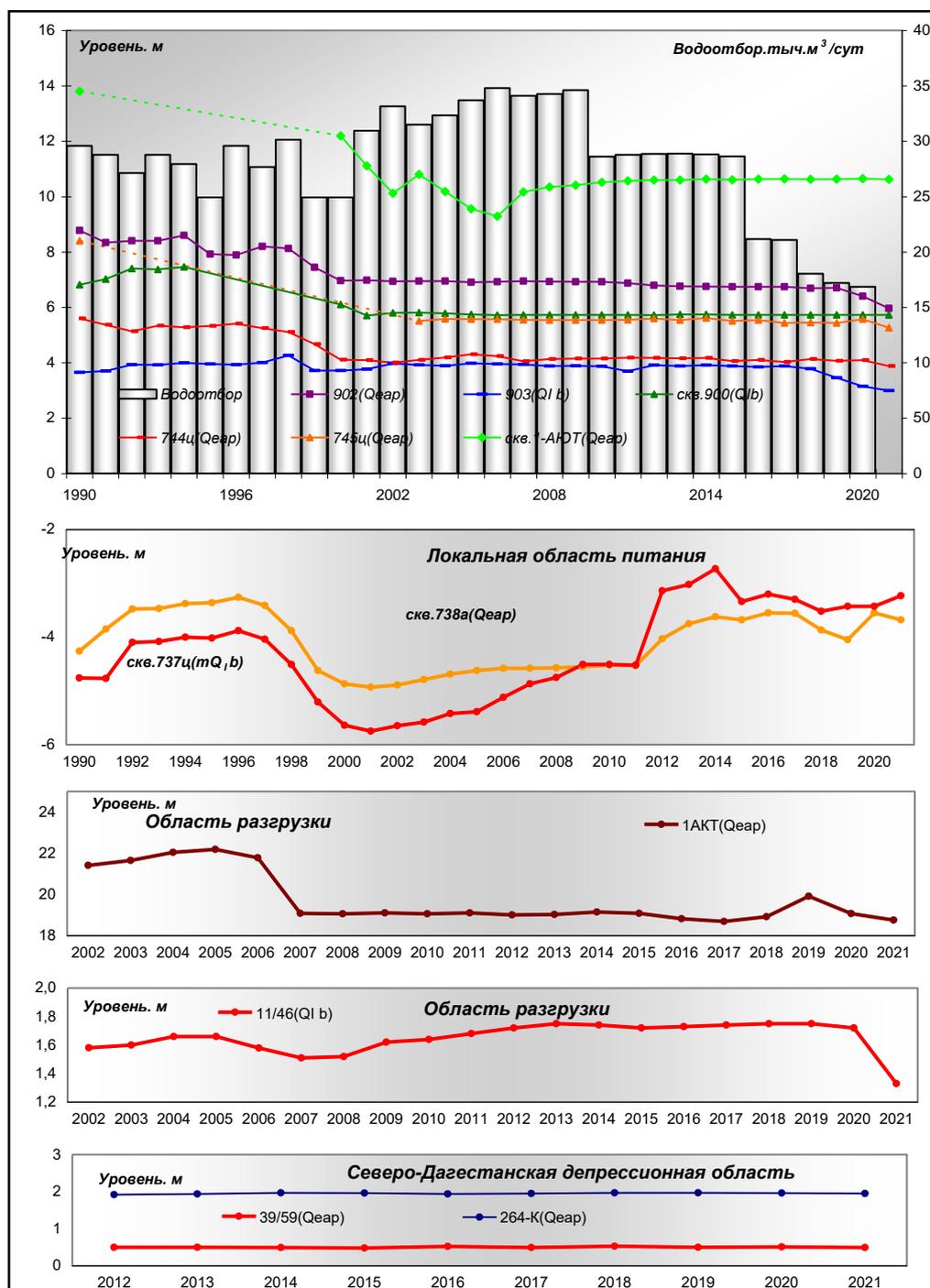


Рис. 3 Уровненный режим напорных подземных вод верхнеплиоценового (N_2^3ar) и эоплейстоценового (Q_{1b}) ВК в пределах северной части ТКАБ

В гидродинамическом режиме морского эоплейстоценового ВК снижение отмечено практически на всей территории ВПАБ в пределах северной части Республики (Теркли-Мектеб-Кунбатарская площадка 1, Огузерский, Бажигановский, Бабаюртовский посты ГОНС) от 0,2-

0,34м; и только в западной части, на границе со Ставропольским краем отмечаются высокие уровни, выше на 0,20м (скв.737ц Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 2). Максимальное снижение отмечено в самой северной части на 0,39-1,51м (Бажигановский скв.881 и Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 1 скв 743б, а также в восточной части на 0,39м (Огузерский пост скв.11/46) [2, 3].

Амплитуда колебаний составила 0,11-0,76м; в сравнении со среднемноголетними значениями уровни, в основном, ниже на 0,11-1,16м и только в пределах Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 2 уровни остаются выше среднемноголетних на 1,21м (скв.737ц).

В гидродинамическом состоянии подземных вод *верхнеплиоценового (апшеронский) водоносного комплекса (N_2^3ar)* на большей части равнинной территории Республики зафиксировано снижение уровней на 0,03-0,36м; амплитуда колебаний составила 0,17-0,93м; в сравнении со среднемноголетними значениями уровни выше в западной и центральной части на Бажигановском (скв.907), Терекли-Мектеб-Кунбатарская площадка 2 (скв.738ц), Кочубеевском (скв.1АКТ) и Цветковском (скв.1АЮТ) постах на 0,16-1,89м, в пределах северной и восточной части уровни ниже среднемноголетних значений на 0,56-1,28 м.

В пределах Северо-Дагестанской депрессионной области. (Северо-Дагестанские посты 1 и 2 ГОНС) отмечено снижение уровней по эоплейстоценовому (Q_{1b}) ВГ на 0,01-0,02 м.

Амплитуда колебаний уровня составила 0,06-0,07м. В многолетнем разрезе уровни практически не изменились (Рис. 3).

Оценка гидродинамического состояния подземных вод и прогноз их изменения в естественных и нарушенных природно-техногенных условиях проводился на территории ТКАБ по результатам работ, заключающихся в непосредственном изучении гидродинамического режима по государственной и объектной наблюдательным сетям; специального гидрогеологического обследования водозаборов.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. Номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Информационный бюллетени о состоянии недр на территории Республики Дагестан за 2012г., Вып. 16. Махачкала, ГУП «РЦ Дагестангеомониторинг», 2013. 160 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Республики Дагестан за 2014 г. Даг. фил. ФБУ «ТФГИ по ЮФО», 2015. 193с.
3. Карпукович Т.П. Геологический отчет о результатах работ за 2021г. «Ведение наблюдений на пунктах наблюдательной сети за опасными экзогенными геологическими процессами и подземными водами, камеральная обработка и подготовка материалов оценки состояния недр территории Республики Дагестан». Махачкала, ИЦЦ «Даггеомониторинг», 2021. 264 с.

УДК 553.041

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-61-67

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СРОКА РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД (на примере АЙОПЗ)

*Курбанисмаилова А.С., Кондаков В.М., Ибаев Ж.Г., Газалиев И.М., Магомедов Р.А.
Институт геологии ДНЦ РАН*

Астраханский йодный опытно-промышленный завод (АЙОПЗ) обеспечен гидроминеральным сырьем для производства йода 200 т/год на 25 лет работы, что соответствует утвержденным запасам - 31,8 тыс. м³/сут. В работе определены емкостные и упругие запасы соответственно по градациям концентрации йода, установлены периоды времени окончания определенных средневзвешенных концентраций. Приведена карта-схема динамического уровня продуктивного горизонта и расчетами доказано, что стабилизация уровня произойдет через год работы АЙОПЗ. При неблагоприятной расчетной схеме размещения группы добычных скважин, с одной стороны, с другой стороны – группы нагнетательных скважин, время подхода закачиваемых отработанных вод к добычным скважинам составит 11-14 лет.

Ключевые слова: промышленные воды, гидрогеологические условия, коэффициент упругой водоотдачи, скорость подземных вод, коэффициент фильтрации.

FORECAST ESTIMATION OF THE FIELD DEVELOPMENT PERIOD INDUSTRIAL WATERS (using the example of IOPZ)

*Kurbanismailova A.S., Kondakov V.M., Ibaev Zh.G., Magomedov R.A., Gazaliev I.M.,
Institute of Geology of the DNC RAS*

Astrakhan Iodine Experimental Industrial Plant (APZ) is provided with hydromineral raw materials for the production of iodine 200 tons/year for 25 years of operation, which corresponds to the approved reserves of 31.8 thousand m³/day. The paper defines the capacitance and elastic reserves, respectively, according to the gradations of iodine concentration, and sets the time periods for the end of certain weighted average concentrations. A schematic map of the dynamic level of the productive horizon is presented and calculations prove that the stabilization of the level will occur after a year of operation of the IOPZ. With an unfavorable design scheme for the placement of a group of production wells, on the one hand, and on the other hand, a group of injection wells, the time for the approach of injected wastewater to production wells will be 11-14 years.

Keywords: industrial waters, hydrogeological conditions, elastic water recovery coefficient, groundwater velocity, filtration coefficient.

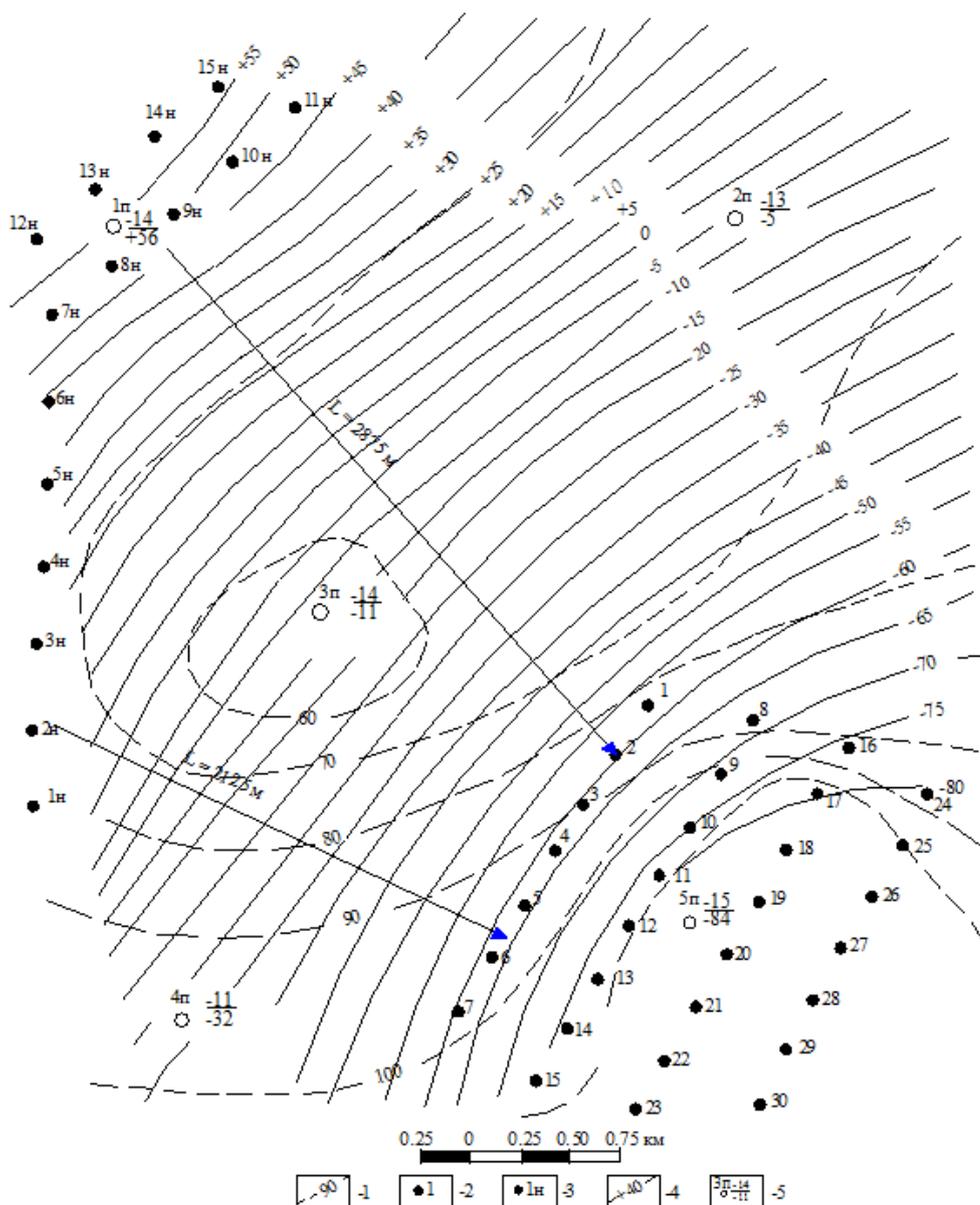
Одним из условий разработки месторождений промышленных вод является исключение возможности прорыва отработанных закачиваемых вод. С этой целью необходимо определить емкостные и упругие запасы промышленных вод для сопоставления их с общей добычей на расчетный срок эксплуатации месторождения. Закачиваемые отработанные воды продвигаются непосредственно к добычным скважинам промысла. Расчетная схема разработки месторождения, по расположению добычных и нагнетательных скважин промышленных вод, может быть круговой, квадратной, прямоугольной, полосообразной и двухрядной в зависимости от гидрогеологических и гидрогеохимических условий месторождения.

Одним из факторов, приводящих к неблагоприятному варианту расположения скважин является техногенный, с ограничениями расположения по площади, ввиду нахождения других промышленных объектов, например, при размещении добычных и нагнетательных скважин Астраханского йодного опытно-промышленного завода (АЙОПЗ) на площади АГКМ. В конечном итоге, расчетная схема промысла и полигона захоронения на площади АЙОПЗ не является рациональной, с одной стороны группа нагнетательных скважин, а с другой – добычных скважин. Наиболее рациональной является схема с расположением нагнетательных скважин по разные стороны от добычных (типа кольцевой, прямоугольной). В этом случае, давление

нагнетания на устье скважин в два раза меньше по сравнению с расположением нагнетательных скважин с одной стороны.

Приведем гидрогеологические условия АЙОПЗ и условия его разработки согласно схеме кондиционных требований [1]. Концентрация ценного компонента йода в пределах пласта меняется от 27 до 21 мг/л. Глубина залегания кровли продуктивного пласта изменяется от 280 до 310 м, средняя мощность составляет 32,1 м; статический уровень подземных вод соответствует дневной поверхности. Коэффициент водопроницаемости равен $98,5 \text{ м}^2/\text{сут}$, а коэффициент пьезопроницаемости - $3,97 \times 10^4 \text{ м}^2/\text{сут}$. Коэффициент эффективной пористости равен 0,2.

В качестве одной из расчетных схем (рис. 1) принят вариант с 30 добычными и 15 нагнетательными скважинами.



1-изолинии водопроницаемости, $\text{м}^2/\text{сутки}$; 2-добычные скважины; 3-нагнетательные скважины; 4 - пьезометрический уровень; 5- расчетные прогнозные точки, справа статический уровень, м (числитель) и уровень при эксплуатации, м в абс. отметках.

Рис. 1. Пьезометрический уровень продуктивного горизонта на 1, 5 и 20 лет эксплуатации месторождения подземных вод.

Суммарные дебиты водоотбора и закачки составят 26 тыс. м³/сут.

Дебит добычной скважины составляет 870 м³/сут. Приемистость нагнетательной скважины составит 1730 м³/сут при давлении нагнетания в 1 МПа.

При работе промысла по картам гидроизопьез продуктивного водоносного горизонта (на 1, 5, 20 лет) контролируется время подхода отработанных промышленных вод к добычным скважинам.

Абсолютные отметки динамического уровня промышленных вод в результате закачки в материнский горизонт стабилизируются через год и составят: - 84 м в центральной части промысла (по прогнозной точке 5п); на полигоне захоронения + 56 м (точка 1п).

Небольшой дебит добычных скважин взят по причине того что, коллектор представлен мелко-тонкозернистыми рыхлыми песками, а конструкция фильтра – кожуховый с гравийно-песчаной обсыпкой.

В расчетной схеме разработки месторождения йодных вод АЙОПЗ добычные скважины располагаются в центре площади повышенной концентрации йода. Поэтому будут извлекаться непосредственно емкостные и упругие запасы промышленных вод. Определим их количество для сопоставления с производственной добычей (табл. 1), а также для расчета средневзвешенной концентрации йода.

Таблица 1

Определение емкостных и упругих запасов промышленных вод на площади месторождения АЙОПЗ

№ п/п	Концентрация йода, (C ₁₋₅) мг/дм ³	Площади (S ₁₋₅) с концентрацией (C ₁₋₅) йода, м ²	Мощность продуктивного пласта, м	Эффективная пористость (n)	Объемные запасы (V ₁₋₅), тыс. м ³	Коэффициент упругой водоотдачи	Сработка напора пласта, (Δh), м	Упругие запасы (V _{упр.}), тыс. м ³
1	26,5	1343750	32,1	0,2	8626	0,0025	50	168
2	25,5	5250000	32,1	0,2	33705	0,0025	50	656
3	24,5	9062500	32,1	0,2	58181	0,0025	50	1133
4	23,5	10343750	32,1	0,2	66206	0,0025	50	1293
5	22,5	14625000	32,1	0,2	93392	0,0025	50	1424
Всего		260110					4674	

Емкостные запасы (V_{ем.}) определяются по формуле [2, 3]:

$$V_{ем} = V_0 \times n = S \times m \times n \quad (1)$$

Упругие запасы (V_{упр}) равны [2, 3]:

$$V_{упр} = S \times \mu^* \times \Delta h \quad (2)$$

где S - площадь продуктивного пласта;

V₀, m - соответственно объем и мощность продуктивного пласта;

n - коэффициент активной пористости;

μ* - коэффициент упругой водоотдачи, 1/м;

Δh - уровень сработки, м.

Коэффициент упругой водоотдачи определяется по общеизвестной формуле:

$$\mu^* = km/a \quad (3)$$

где km - коэффициент водопроницаемости, $m^2/сут$, a - коэффициент пьезопроводности, $m^2/сут$.

Эти гидрогеологические параметры приведены по данным опытных кустовых откачек.

Тогда

$$\mu^* = 100 / 4 \cdot 10^4 = 0,0025 \text{ 1/м.}$$

Аналогично объемным запасам, по формуле (2) находим упругие запасы для соответствующих площадей с данной концентрацией йода (табл. 1).

В целом, при средней депрессии в 50 м, упругие запасы составляют 2 % от емкостных и ими можно пренебрегать.

Объем извлеченных промышленных вод ($V_{об}$) за время работы АЙОПЗ составит:

$$V_{об.} = Q \cdot T \quad (4)$$

где Q – среднесуточный забор промышленных вод, тыс. $m^3/сут$; T – период времени, сут.

В итоге, объем отработанных промышленных вод равен:

$$26,0 \text{ тыс. } m^3 \times 350 \text{ сут} \times 25 \text{ лет} = 227 \text{ 500 тыс. } m^3$$

В таблице 1 емкостные запасы приведены дифференцированно исходя из концентрации йода с определенной площадью распространения. Так как добычные скважины расположены в центре максимальной концентрации йода, то определим объем воды (V_5) с концентрацией 22,5 мг/л (C_5), который будет использоваться, при условии, что содержание йода уменьшается в радиальном направлении:

$$V_5 = V_{об.} - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4), \quad (5)$$

где V_1, V_2, V_3, V_4 – объемы планируемых промышленных вод с разной концентрацией по ее убыванию (C_1, C_2, C_3, C_4).

В итоге объем отработанных промышленных вод с концентрацией 22,5 мг/л составит 60782 тыс. $m^3/сут$.

Средневзвешенная концентрация йода ($J_{ср.}$) на 25 лет работы АЙОПЗ определяется исходя из емкостных запасов с данной концентрацией:

$$J_{ср.} = (V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 + \dots + V_n \cdot C_n) / (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \quad (6)$$

Исходя из 5 градаций концентрации йода, с соответствующими емкостными запасами, средневзвешенная концентрация йода на 25 лет разработки составит 23,9 мг/дм³.

Также из формулы (6) можно определить время окончания средневзвешенной концентрации йода (к примеру, 25,3 мг/л), предварительно определив объем промышленных вод с меньшей концентрацией (24,5 мг/л).

Приведем пример. V_3 - объем воды, тыс. $m^3/сут$, с концентрацией йода 24,5 мг/л

$$25,3 = (8626 \times 26,5 + 33705 \times 25,5 + V_3 \times 24,5) : (8626 + 33705 + V_3);$$

$$8626 \times 25,3 + 25,3 \times 33705 + 25,3 V_3 - 24,5 \times V_3 = 8626 \times 26,5 + 33705 \times 25,5;$$

$$0,8 V_3 = 8626(26,5 - 25,3) + 33705(25,5 - 25,3);$$

$$V_3 = 21365 \text{ тыс. } m^3$$

Количество лет (Т) окончания заданной средневзвешенной концентрации определим по формуле:

$$T = (V1 + V2 + V3 + \dots + Vn) : Q : 350 \quad (7)$$

где 350 – количество дней работы водозабора.

Так, для $J_{ср.}$ равной 25,3 время согласно формуле (5) составит:

$$T = (8626+33705+21365) : 26 : 350 = 7,0 \text{ лет.}$$

Расчет времени подхода отработанных вод к добычным скважинам составлен на основе гидродинамического метода.

Вычисления проводились по формуле Дюпюи (табл.2):

$$S_{1п-5п} = Q/2\pi km \times \ln \sqrt{R\pi / r1} \quad (8)$$

где r_1 - расстояния от прогнозных точек до скважин или до центра добычных скважин, или до центра нагнетательных, м; $R\pi$ – радиус влияния, равный $1,5 \sqrt{at}$, а - коэффициент пьезопроводности, $m^2/сут$, t – время в сутках; $\pi = 3,14$.

Таблица 2

**Расчет пьезометрического уровня продуктивного горизонта
на время отработки месторождения АЙОПЗ**

Прогнозные точки	Коэфф. водопр. $m^2/сут$ (средний)	Начальная абсолютная отметка уровня у прогнозных точек	Радиус влияния На время, м			Повышение, понижение уровня, Δh			Абсолютная отметка уровня на время прогноза
			1 год	5 лет	25 лет	1 год	5 лет	25лет	
Расчет действия нагнетательных скважин									
1 п	100.0	-14.5	5731	12816	30000	+82	+116	+151	
2 п	80.0	-13.0	5731	12816	30000	+31	+73	+117	
3 п	80.0	-14.0	5731	12816	30000	+52	+90	+134	
4 п	100.0	-11.5	5731	12816	30000	+14	+50	+82	
5 п	100.0	-13.0	5731	12816	30000	+11	+44	+80	
Расчет действия добычных скважин									
1 п	100	-14.5	5731	12816	30000	-11	-44	-80	
2 п	80	-13.0	5731	12816	30000	-26	-67	-111	
3 п	80	-14,0	5731	12816	30000	-46	-87	-131	
4 п	100	-11,5	5731	12816	30000	-34	-68	-103	
5 п	100	-13,0	5731	12816	30000	-82	-116	-151	
Расчет результирующего влияния									
1 п		-14,5				+71	+72	+71	+56,0
2 п		-13,0				+5	+6	+8	-5,0
3 п		-14,0				+6	+3	+3	-11,0
4 п		-11,5				-20	-18	-21	-32,0
5 п		-13,0				-71	-72	-71	-84,0

Действительная скорость подземных вод (V_d) определяется по формуле [2,3]

$$V_d = K \times i : n \quad (9)$$

где K - коэффициент фильтрации, м/сут; i - пьезометрический уклон равный отношению перепада отметок уровня к расстоянию между ними.

Расчеты времени подхода закачиваемых вод приведены по двум характерным направлениям и отражены в таблице 3.

Непосредственно время прорыва ($T_{\text{лет}}$) определяется по выражению:

$$T_{\text{лет}} = L : V_{\text{д}} : 365 \quad (10)$$

Таблица 3

Расчет времени прорыва отработанных вод

Характеристика точек	Расстояние, м	Уклон пьезометрической поверхности	Коэффициент фильтрации, м ² /сут	Эффективная пористость (n)	Действительная скорость, м	Время прорыва, годы
От гидропъезы + 10 (скв.2н) до гидропъезы - 60 (скв.6)	2125	0,033	3,07	0,2	0,50	11,0
От гидропъезы + 45 (скв.8н) до гидропъезы - 60 (скв.2)	2875	0,036	3,07	0,2	0,55	14,3

Выводы

Полученные результаты для расчетной схемы разработки месторождения позволяют благоприятное прогнозирование работы АЙОПЗ на 11-14 лет.

Запасы промышленных вод при более благоприятной расчетной схеме разработки АЙОПЗ исключают подход отработанных вод в течение 25 лет.

Проведенная прогнозная оценка срока разработки месторождений промышленных подземных вод можно применить и для других месторождений Прикаспийской низменности, в частности, в Терско-Каспийском артезианском бассейне [4-10].

Литература

1. Изыскания и оценка запасов промышленных подземных вод. Бондаренко С.С., Боревский Л.В., Ефремочкин Н.В., Плотников Н.А., Стрепетов В.П. /ВСЕГИНГЕО. – М.: Недра, 1971. – 244 с.
2. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра, 1970. – 216 с.
3. Справочное руководство гидрогеолога /В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Веригин и др. – Л.: Недра, 1979. - Т.1. – 512 с.
4. Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Курбанисмаилова А.С., Гусейнова А.Ш. Прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод в Предгорном Дагестане // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 2 (91). С. 94-101.
5. Кондаков В.М., Мамаев С.А., Газалиев И.М., Мамаев А.С. К математическому моделированию пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ) в пределах дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2022. № 2 (89). С. 46-51.
6. Мамаев С.А., Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш., Мамаев А.С., Ахмедов А.С. Базы данных скважин Терско-Кумского артезианского бассейна для 3-d моделирования на современных геоинформационных системах // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2022. № 3 (90). С. 19-27.
7. Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Ибаев Ж.Г. Геологические аспекты формирования макро- и микрокомпонентного состава подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна

на в пределах Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2019. № 4 (79). С. 5-20.

8. Курбанисмаилова А.С., Ахмедов Г.Я. Об экологических аспектах использования геотермальных вод в условиях засушливого климата // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 2 (95). С. 128-135.

9. Курбанов М.К. Геотермальные и гидротермальные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья / М.К. Курбанов // М.: Наука, МАИК «Наука / Интерпериодика», 2001. – 260 с.

10. Курбанисмаилова А.С. Экологические аспекты сжигания попутного горючего газа на геотермальных скважинах В книге: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа // Коллективная монография по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Москва, 2022. С. 471-476.

УДК 666.974.2

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-68-75

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ ЖАРОСТОЙКИЙ БЕТОН НА МЕСТНОМ АНОДИСПЕРСНОМ КРЕМНЕЗЕМИСТОМ СЫРЬЕ

Тотурбиев¹ Б.Д., Мамаев¹ С.А., Рагимов² Р.Ф., Тотурбиев¹ А.Б.

¹*Институт геологии ДФИЦ РАН,*

²*ООО ОНПП, Махачкала*

Отмечается перспективность и актуальность исследований, направленных на расширение номенклатуры наноструктурированных строительных материалов с целью получения новых строительных композитов со специальными свойствами за счет структурообразования на атомарном уровне

Приведены результаты исследований получения мелкозернистого жаростойкого бетона нового поколения с использованием в качестве связующего вещества нанодисперсного полисиликата натрия, полученного путем синтеза аморфного природного нанодисперсного кремнезема и тонкодисперсного безводного силиката натрия, непосредственно в самой композиции на уровне наночастиц, с целью исключения необходимости придания им агрегативной устойчивости в процессе термообработки по специальному режиму.

Установлено, что при нагревании в интервале температуры 90-100°C в композиции происходит наиболее интенсивное поверхностное растворение зерен безводного силиката натрия, и как следствие, синтез с нанодисперсными частицами аморфного природного кремнезема с образованием нанодисперсных частиц полисиликата натрия тем самым увеличение площади клеевых контактов. Последующее повышение температуры до 180-200°C приводит к полному обезвоживанию системы и, следовательно, к ее упрочнению, вследствие резкого повышения когезионной прочности клеевых контактов из нанодисперсных частиц полисиликата натрия.

Термомеханические испытания образцов мелкозернистого жаростойкого бетона на полисиликатнатриевом композиционном вяжущем с использованием местного кремнеземистого сырья показали значительно более высокие показатели прочности при 1400°C -1,5-2,5 МПа и характеризуется высокой водостойкостью, термостойкостью и температурой применения из-за низкого содержания щелочного компонента Na₂O – легкоплавкого составляющего в связующем.

Ключевые слова: кремнеземистые породы, безводный силикат натрия, полисиликаты, нанодисперсный, наночастицы, наноструктурированный, композиции, жаростойкий.

FINE-GRAINED HEAT-RESISTANT CONCRETE BASED ON LOCAL NANODISPENSIVE SILICA RAW MATERIALS

Toturbiev¹ B.D., Mamaev¹ S.A., Ragimov² R.F., Toturbiev¹ A.B.

¹*Institute of Geology, Far Eastern Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,*

²*ООО ONPP, Makhachkala*

The prospects and relevance of research aimed at expanding the range of nanostructured building materials in order to obtain new building composites with special properties due to structure formation at the atomic level are noted

The results of studies on the production of fine-grained siliceous heat-resistant concrete of a new generation using nanodispersed sodium polysilicate as a binder, obtained by synthesizing amorphous natural nanodispersed silica and finely dispersed anhydrous sodium silicate, directly in the composition itself at the level of nanoparticles, in order to eliminate the need to impart them aggregative stability during heat treatment according to a special regime.

It has been established that when heated in the temperature range of 90-100°C, the most intense surface dissolution of grains of anhydrous sodium silicate occurs in the composition, and as a result, synthesis with nanodispersed particles of amorphous natural silica with the formation of nanodispersed particles of sodium polysilicate thereby increasing the area of adhesive contacts. A subsequent increase in temperature to 180-200°C leads to complete dehydration of the system and, consequently, to its strengthening, due to a sharp increase in the cohesive strength of adhesive contacts made of nanodispersed particles of sodium polysilicate.

Thermo-mechanical tests of samples of fine-grained heat-resistant concrete on a sodium polysilicate composite binder using local siliceous raw materials showed significantly higher strength indicators at 1400°C -1.5-2.5 MPa and is characterized by high water resistance, heat resistance and application temperature due to low content of the alkaline component Na₂O - a low-melting component in the binder.

Keywords: siliceous rocks, anhydrous sodium silicate, polysilicates, nanodispersed, nanoparticles, nanostructured, compositions, heat-resistant.

Весьма перспективными и актуальными являются исследования направленные на расширение номенклатуры наноструктурированных строительных материалов с целью получения новых строительных композитов со специальными свойствами за счет структурообразования на атомарном уровне

В этом плане, обладающие уникальными связующими свойствами, обеспечивающие комплексное применение любого нерудного сырья в композициях с различным целевым назначением являются нанодисперсные полисиликатные системы, разработанные в лаборатории комплексных исследований горных пород и композиционных материалов Института геологии ДФИЦ РАН [5- 9].

В этих исследованиях полисиликаты натрия как наиболее неустойчивых к агрегации, получают непосредственно в самой композиции на уровне наночастиц, с целью исключения необходимости придания им агрегативной устойчивости. Таким образом, появляется возможность получения полисиликатов натрия высокой модульности, и, следовательно, снижается концентрация щелочного составляющего Na_2O , в массе композиционного материала. Это свою очередь приводит к повышению огнеупорности и термостойкости огнеупорных материалов, а также водостойкости и морозостойкости обычных бетонов. При этом в процессе синтеза полисиликатов из тонкодисперсного безводного силиката натрия и кремнезоля непосредственно в самой композиции в зоне контакта зерен заполнителя композиции, образуется сильно пересыщенная жидкая фаза полисиликата натрия с высокой вязкостью т.е., дисперсная фаза сближена до расстояния, при котором возможны сильные взаимодействия и образования контактов на наноуровне различной природы. А такие подобные условия формирования связки в композиции всегда способствуют повышенной адгезии клея к адгезиву и высокой когезии клеящего слоя.

Следовательно, в композиционном материале на нерудном сырье и полисиликатах натрия обеспечивается плотная упаковка зернистых составляющих с контактным омоноличиванием при котором создаются локализованные в пространстве межзерновые клеящие швы. Аналогичная специфическая структура омоноличивания позволит при малом расходе связующего достигать удовлетворительной прочности при сжатии и растяжении, сохранять эту прочность при различных условиях их эксплуатации.

Большая работа в этом направлении проведена с использованием кремнистых пород содержащих нанодисперсных аморфных кремнеземсодержащих материалов с различными физико-химическими характеристиками. Учитывая, что проведены в этом направлении большую работу, мы предположили возможность получения полисиликатнатриевого композиционного вяжущего и на местном нанодисперсном кремнеземистом сырье для жаростойкого бетона нового поколения с низкими потребностями топливно - энергетических и других материальных затрат.

Исходя из вышеизложенного нами проводились исследования с целью получения жаростойкого кремнеземистого бетона на местном сырье с использованием в качестве связующего вещества нанодисперсного полисиликата натрия полученного путем синтеза природного аморфного нанодисперсного кремнеземистого сырья и безводного силиката натрия. Химический состав природного кремнеземистого сырья приведен в таблице 1.

Откуда следует, что содержание оксида кремния по химическому составу составляет около 80 %. Проведенный нами ситовый анализ кремнеземистое сырье показал, что в основном исследуемое сырье представлен мелкозернистым и дисперсным, остаток на сите, % масс: 0,8мм – 0,393; 0,315мм - 2,889; 0,2мм – 13,843; 0,04 мм -53,833; 0,008мм – 1,081, и проход через сито 0,008мм - 27,91, в том числе до 20 % - нанодисперсными частицами.

В наших исследованиях, аморфная часть кремнезема представленная в виде наночастиц, нами рассматривается как природное нанодисперсное кремнеземистое сырье для получения полисиликата натрия- связующего вещества путем его синтеза с силикатом щелочного металла, а другая мелкозернистая часть сырья в качестве заполнителя для получения мелкозернистого кремнеземистого жаростойкого бетона.

Таблица 1.

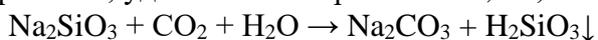
Анализ химического состава кремнеземистого сырья

№ п/п	№№ проб лаборатории	Параметры	Определяемые элементы (компоненты)													
			Содержание в % на высушенное при 110°C вещество													
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	FeO	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	ППП	Σ
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1		75,7	8,25	0,52	3,32	0,17	0,43	2,39	1,41	0,04	1,71	0,79	<0,10	5,08	99,81
2	2		80,20	4,10	0,44	6,35	0,06	<0,25	2,28	0,59	0,07	0,87	2,42	<0,10	4,30	99,68
3	3		87,00	5,00	0,35	2,25	0,07	<0,25	0,72	0,50	0,02	1,03	0,58	<0,10	2,26	99,78
4	4		75,70	8,80	0,60	4,00	0,09	0,49	1,99	0,87	0,03	2,10	1,24	<0,10	4,10	100,01
		Шифр методики	НСАМ				НСАМ				НСАМ		НСАМ			
			138-X				197-X	50-X	163-X, 172-XC	155-XC	61-C	3-X	118-X			
		Метод анализа	Фотометрический				ТМ	ТМ А А	ААА	ПФМ	ГМ	ГМ				
		Тип прибора	КФК-3-01				-	Квант-2А		Квант-2А	-	-				

Здесь безводные силикаты натрия как наиболее распространенные а также значительной дешевизны для получения концентрированных коллоидных щелочных растворов, кремнезоля и других силикатных систем была использована в работе в качестве силиката щелочного металла. [10-14].

Безводные силикаты натрия (силикат-глыба) по ГОСТ 13079-81, имел силикатный модуль в пределах 2,7-2,9. По химическому составу следующее содержание оксидов в %: SiO₂ - 72; Na₂O - 26,1; Al₂O₃ - 1,5; Fe₂O₃ - 0,07; примеси - 0,33;

Кремнезоль- коллоидная кислота mSiO₂•nH₂O, применяемый в составе композиции для синтеза полисиликатов получили путем барботирования жидкого стекла сжатым СО₂ в лабораторных условиях следующими показателями: SiO₂-82.62 %; Na₂O-17,38%; диаметр частиц, А⁰ – 100; рН-9-10; удельный вес при 25°C - 1,2-1,3 г/см³



На рис. 1 приведены результаты экспериментальных исследований зависимости прочности высушенных образцов композиционного вяжущего из нанодисперсного кремнеземистого сырья от содержания полисиликата натрия. Для этого нами изготавливались образцы кубы, размерами 5x5x5 см вибропрессованием и последующим твердением при низкотемпературной обработке по режиму: подъем температуры от 20 до 90°C - 1,5 часа, выдержка при 90±5 °С - 0,5 часа, подъем температуры до 200 °С - 1 ч, выдержка 2 часа. После такого режима твердение, образцы из жаростойких кремнеземистых композиции различных составов, подвергались физико-механическим испытаниям.

По полученным кривым зависимости прочности от содержания связующего вещества полисиликата натрия можно сделать вывод, о недостатке полисиликата натрия для создания оптимального числа клеевых контактов в композиции, судя по расположению левой восходящей ветви имеющий экстремальный характер. И наоборот правая нисходящая ветвь свидетельствует о спаде прочности при дальнейшем увеличении в кремнеземистой композиции содержания

связующего вещества - полисиликата натрия. Это можно объяснить тем, что композиция приобретает объемноомоноличенную структуру, т.е. межзерновая пористость почти полностью заполнена связующим веществом, естественно, разрушение идет по затвердевшему связующему, поскольку затвердевший после сушки связующее из полисиликата натрия гораздо менее прочен чем мелкозернистый кремнеземистый наполнитель

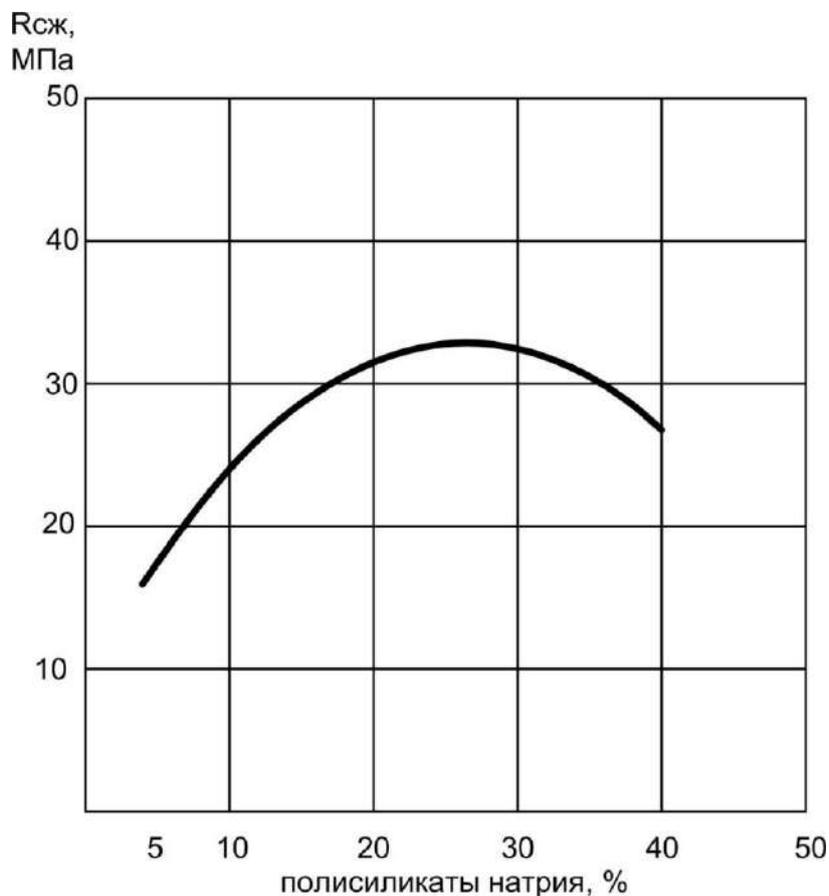


Рис. 1. Зависимость прочности высушенных образцов композиционного вяжущего из нанодисперсного кремнеземистого сырья от содержания полисиликата натрия.

Кроме того, такой характер разрушения образцов объясняется тем, что образцы в этих условиях вспучивались, давая значительный прирост объема (до 20 % и более), следовательно, вязкость всей композиции исключает возможность выхода паров воды, так как свободных проходов при объемном омоноличивании для них нет (рис. 2).

Исходя из прочностных данных (рис.1) следует, что оптимальное содержание связующего-полисиликата натрия в композиции составляет - 25-30 % при котором образцы имеют довольно высокую прочность (до 34 МПа). При таком содержании полисиликата натрия в композиции образуются оптимальное число клеевых контактов и, следовательно, вспучивания образцов композиции не было, так как пары воды через материал, не имеющий сплошности, проходят свободно.

Как показали наши исследования, прочные клеевые контакты в системе «огнеупорный кремнеземистый наполнитель - нанодисперсные частицы аморфного кремнезема– безводные силикаты натрия» могут быть созданы при соблюдении следующих основных технологических факторов: равномерном распределении вышеуказанных компонентов рассматриваемой системы - композиции; в последующем перемешивании полученной сухой композиции с кремнезолом и водой для получения формовочной массы; его уплотнении при формовании образцов; тепло-

вой обработке $90-0^{\circ}\text{C}$ с целью растворения этих частиц и образования полисиликата натрия, следовательно, тончайших клеевых пленок на поверхности кремнеземистого наполнителя и последующем повышении температуры до $180-200^{\circ}\text{C}$, который приводит к практическому полному обезвоживанию системы, следовательно, упрочнению образцов, обеспечивающему достаточную прочность без заметных усадочных явлений.



Рис. 2. Вспучиваемость образцов при разных водо-вяжущих (В/В) отношениях (от 10 до 40 %).

Известно [8,9], что повышения эксплуатационных свойств жаростойких бетонов на основе композиционных вяжущих из щелочных силикатов, в том числе и на кремнеземистом заполнителе достигается разными способами. Наиболее эффективными являются: снижение содержания полисиликата натрия до минимально возможного количества в составе массы бетона, обеспечивающего контактное омоноличивание, следовательно, монтажную прочность изделий из него; нейтрализация плавня (силиката натрия) путем введения в состав композиционного вяжущего высокоогнеупорных тонкодисперсных веществ, вступающих при высоких температурах в химическое взаимодействие с силикатом натрия с образованием более высокоогнеупорных соединений – полисиликатов натрия, что приводит к повышению огнеупорности термостойкости и значительному улучшению его термомеханических свойств.

Нашими исследованиями установлено, что оптимальное содержание полисиликата натрия в исследуемой кремнеземистой мелкозернистой жаростойкой композиции - 20-25 % от массы сухих компонентов смеси при котором приобретает довольно высокая прочность бетона (20 - 40 МПа).

Однако, прочность и другие свойства, приобретенные при формовании и последующей низкотемпературной тепловой обработке, могут обеспечить лишь монтажную прочность мелкозернистого жаростойкого бетона на природном кремнеземистом сырье.

Эксплуатационные свойства будут зависеть от физико-химических процессов, происходящих при высоких температурах в мелкозернистом жаростойком бетоне на полисиликат-натриевом композиционном вяжущем. Наличие в материале химически активного компонента (полисиликата натрия) при выходе изделий на высокие (рабочие) температуры будет способ-

ствовать возникновению в контактной зоне новообразований, укрепляющих в еще большей степени контакты между твердыми частицами минерала.

В этой связи на рентгенограммах образцов аналогичной композиции [7] близкой по природе т.е. на кварците без добавки, нагретых до 200°C. отмечается уменьшение интенсивности линий кварца ($d - 4,29; 3,35; 2,45; 2,12 \text{ \AA}$) по сравнению с линиями исходного кварца, видимо, связанное растворением кристаллического кварца щелочью из водного раствора силиката натрия. Некоторый рост интенсивности линий кварца наблюдается на рентгенограмме образца, предварительно нагретого до 800°C, что объясняется началом модификационных превращений α - кварца в α - тридимит при температуре перехода - 870 °С.

При нагревании образца до 1250°C образование тридимита ($d - 4,32; 3,38; 3,25; 2,96 \text{ \AA}$) протекает интенсивно. Однако при 1250°C он кристаллизуется в кристобалит ($d - 4,06; 3,14; 2,85; 2,49 \text{ \AA}$) из аморфного кремнезема, полученного в процессе обезвоживания геля силиката натрия.

Рентгенографический анализ этого образца после нагревания до 1600°C подтверждает наличие интенсивности линий, соответствующих только тридимиту ($d - 3,26; 2,94; 2,53 \text{ \AA}$), т.е. кристобалит превращается в тридимит.

Термомеханические испытания при 1400°C образцов мелкозернистого жаростойкого бетона на полисиликатнатриевом композиционном вяжущем с использованием местного кремнеземистого сырья показали значительно более высокие показатели прочности при высоких температурах -1,5-2,5 МПа что положительно влияет и на другие его эксплуатационные свойства и в первую очередь, на термическую стойкость бетона.

Это подтверждается и показателями основных свойств, приведенных в таблице 2 кремнеземистого жаростойкого бетона на нанодисперсном полисиликате натрия.

Таблица 2

Основные показатели свойств мелкозернистого жаростойкого кремнеземистого бетона на нанодисперсном полисиликатнатриевом связующем.

№№ п\п	Наименование свойств	Единица измерения	Показатели свойств
1	Максимальная температура применения при одностороннем нагреве	°С	1620
2	Предел прочности при сжатии после сушки при 200°C	МПа	32-34
3	Средняя плотность после сушки при 200°C	г/см ³	2,3-2,4
4	Открытая пористость после сушки при 200°C	%	16-18
5	Линейная усадка после обжига до максимальной температуры применения, %	%	+0,12
6	Теплопроводность при температуре 1200°C	Вт/(м К)	0,85
7	Температура начала размягчения под нагрузкой 0,2 МПа	°С	1490
88	Термостойкость, после термообработки при 1300°C	водяных теплосмен	40-50

Таким образом, разработан жаростойкий материал нового поколения с применением нанотехнологии т.е. получен наноструктурированный мелкозернистый жаростойкий кремнеземистый бетон на местном сырье с использованием в качестве связующего вещества - нанодисперсного полисиликата натрия, полученного путем совместного синтеза природного аморфного нанодисперсного кремнеземистого сырья, тонкодисперсного безводного силиката натрия и кремнезоля. мелкозернистый жаростойкий бетон на местном нанодисперсном кремнеземистом сырье

Выводы:

Результаты проведенных исследований показали возможность реализации еще одного направления, использования природных кремнеземистых пород с применением высоких нанотехнологий и, следовательно, расширяется номенклатура наноструктурированных строительных материалов.

Разработан кремнеземистый жаростойкий бетон нового поколения с использованием в качестве связующего вещества нанодисперсного полисиликата натрия, полученного путем синтеза аморфного нанодисперсного кремнезема содержащегося в природном кремнеземистом сырье и тонкодисперсного безводного силиката натрия, в процессе термообработки по специальному режиму.

Установлено, что при нагревании разработанной композиции в интервале температуры 80-90°C происходит наиболее интенсивное поверхностное растворение зерен безводного силиката натрия и последующий синтез с нанодисперсными частицами, и как следствие, увеличение площади клеевых контактов за счет образования нанодисперсных частиц полисиликата натрия. Последующее повышение температуры до 180-200°C приводит к полному обезвоживанию системы и, следовательно, к ее упрочнению вследствие резкого повышения когезионной прочности клеевых контактов из нанодисперсных частиц полисиликата натрия.

Опираясь на результаты ранее проведенных рентгенографических исследований силикат-натриевой композиции из кварцита близкой по природе, можно предположить, возможность протекания аналогичных модификационных превращений и в изучаемой нами композиции т.е. при дальнейшем повышении температуры до 580°C, β - модификация кварца переходит в α кварц, а при 840°C этот же α - кварц превращается в α - тридимит. Затем при 1250°C (температура улетучивания Na_2O) кристаллизуется кристобалит, а при 1600°C кристобалит и кварц переходят в тридимит.

Термомеханические испытания при 1400°C образцов мелкозернистого жаростойкого бетона на полисиликатнатриевом композиционном вяжущем с использованием местного кремнеземистого сырья показали значительно более высокие показатели прочности при высоких температурах -1,5-2,5 МПа что положительно влияет и на другие его эксплуатационные свойства и в первую очередь, на термическую стойкость бетона.

Формирование омоноличивающих новообразований в структуре разработанного бетона из нанодисперсных полисиликатов натрия принципиально отличаются от образования связующей пленки водного (жидкое стекло) и безводного силиката натрия (силикат-глыбы) и характеризуется высокой водостойкостью, термостойкостью и температурой применения из-за низкого содержания щелочного компонента Na_2O – легкоплавкого составляющего в связующем.

Работа выполнена в рамках госзадания Института геологии ДФИЦ РАН № 1021060808460-6-1.5.6.

Литература

1. Нанотехнологии. Азбука для всех / ред. Ю.Д. Третьякова. — М.: Физмат- лит, 2008. — 368 с.
2. Войтович В.А. Нанонаука, нанотехнологии, строительные наноматериалы / Войтович В. А. - Режим доступа к журн.: <http://interlibrary.narod.ru/GenCat/GenCat.Scient.Dep/GenCatArch>.
3. Nanotechnology in Construction / Edited by Y. de Miguel, A. Porro and P.J.M. Bartos. — 2006. — 416 p. - Режим доступа к журн.: <http://www.rilem.net/proContents.php?pro=pro045>.
4. Nanotechnology in Construction 3 / [Zdenek Bittnar, Peter J.M. Bartos, Jfri N"eme"cek, Vit Smilauer, Jan Zeman (Eds.)] // Proceedings of the NICOM3 ABC: Springer, 31 may- 2 june, 2009. — 432 p.
5. Тотурбиев Б.Д., Природные цеолиты - эффективные минералы для изготовления строительных материалов. Труды Института геологии ДагНЦ РАН «Региональная геология и нефтегазоносность Кавказа», Научно-практическая конференция. Махачкала. 2012, С 53-56.

6. Тотурбиев А.Б. Жаростойкое композиционное вяжущее на полисиликатах натрия / Бетон и железобетон. № 3. 2012.С.5-8
7. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций. - М.: Стройиздат, 1988.- 208 с.
8. Тотурбиев Б.Д. Инновационные строительные материалы из нерудного минерального сырья. //Сборник научных трудов РААСН -2019. Том 2. С.439-444.
9. Тотурбиев Б.Д Тотурбиев А.Б., Абдуллаев М. Ш. Синтез полисиликатов щелочных металлов. Вестник ДГУ. Махачкала. 2020. Выпуск 1 -С 199-204.
10. Айлер Р. Химия кремнезема / пер. с англ. М.: Мир, 1982. Ч 1.– 416 с.
11. Корнеев В.И., Данилов В.В. Растворимое и жидкое стекло. СПб.: Стройиздат, 1996, С. 23.
12. Пестерников Г.Н., Максютин А.С., Пучков С.П., Обухова В.Б. Способ получения полисиликатов натрия (варианты) // Патент России №2124475. 1999. Бюл. №1.
13. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема // М.: «Академкнига». 2004. 208 с.
14. Брыков А.С. Силикатные растворы и их применение // Учебное пособие. - Санкт-Петербург; СПбГТИ (ТУ). 2009. 54 с.

УДК 553.57

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-76-81

ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИХ ПЕСЧАНИКОВ ВАНАШИМАХИНСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ

*Сулейманов В.К., Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Баркуева Л.С., Алхулаев К.Г., Ахмедов А.М.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

Изложены краткие сведения о геологическом строении, рельефе местности района расположения Ванашимахинского проявления. Приведены результаты исследований глауконитсодержащих песчаников Ванашимахинского проявления. Изучены химические, физико-минералогические характеристики породы. Основной целью работы являлась исследование минералогических и химических характеристик глауконитсодержащих песчаников из нижнемеловых отложений Ванашимахинского проявления для определения содержания глауконита, его природы и получения исходной информации о возможном практическом применении. Результаты исследований приведены в виде таблиц и рисунков.

Ключевые слова: глауконит, глауконитсодержащий песчаник, нижнемеловые отложения, гранулометрический состав, химический состав, термический анализ, рентгенограмма, Ванашимахинское проявление.

STUDIES OF GLAUCONITE-BEARING SANDSTONES OF THE VANASHIMAKHA OCCURRENCE

*Suleymanov V.K., Yusupov A.R., Cherkashin V.I., Barkueva L.S., Alkhulaev K.G., Akhmedov A.M.
Institute of Geology DFIC RAS*

Brief information about the geological structure of the area of the location of the Vanashimakhinsky manifestation, the terrain is presented. The results of studies of glauconite-containing sandstones of the Vanashimakhin manifestation are presented. The chemical, physico-mineralogical characteristics of the rock have been studied. The main purpose of the work was to study the mineralogical and chemical characteristics of glauconite-containing sandstones from the Lower Cretaceous deposits of the Vanashimakhin formation to determine the content of glauconite, its nature and obtain initial information about possible practical application. The research results are presented in the form of tables and figures.

Keywords: glauconite, glauconite-containing sandstone, lower Cretaceous deposits, granulometric composition, chemical composition, thermal analysis, X-ray, Vanashimakhin manifestation

Глауконитсодержащие породы, в настоящее время, весьма широко применяются для синтеза материалов различного целевого назначения.

В статье [1] отмечено, что Дагестан располагает значительными ресурсами глауконитового сырья, приведены области их распространения и краткая информация о них.

В представленной работе исследовались природные глауконитсодержащие породы Ванашимахинского проявления, которые представлены зеленоватыми песчаниками осадочного происхождения. Проявление расположено по правой стороне дороги Сергокала-Леваши в 7,4 км. на юго-запад от районного центра Сергокала и в 1,5 км от с. Ванашимахи. Вдоль склона долины (рис.1) обнажается пласт зеленоватого глауконитсодержащего песчаника видимой мощностью 7-8 м.

Продуктивная толща перекрывается сверху элювиальными отложениями, представленными глинами желтовато-коричневого цвета с многочисленными включениями дресвы, щебня и глыб коренных пород (известняки, песчаники) и приурочено к юго-западному склону хребта Шамхалдаг. Пласт глауконитсодержащих песчаников аптского яруса местами обнажается (рис. 1) в основании нижнемеловых отложений.

На рисунке 2 приводится фрагмент геологической карты района расположения проявления.



Рисунок 1. Снимок обнажения пласта глауконитсодержащего песчаника

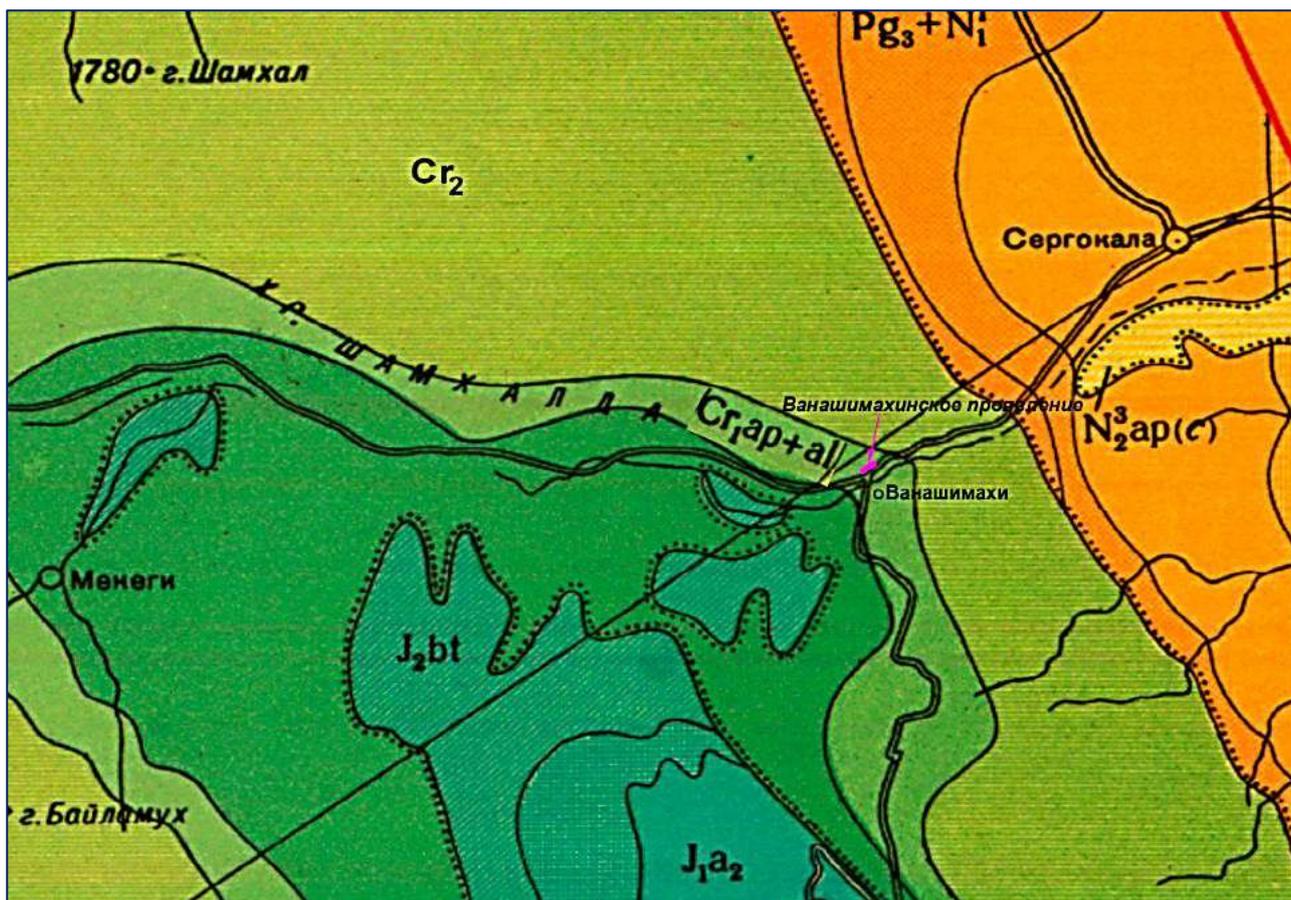


Рисунок 2. Фрагмент геологической карты района расположения Ванашимахинского проявления

В настоящее время опубликовано большое количество работ [2,3,4,5,6], касающихся состава и строения глауконитов различных участков и месторождений, однако глаукониты Дагестана, в т. ч. и Ванашимахинского проявления пока остаются крайне слабо исследованными и изученными.

Г.К. Керимов в [2] относит Ванашимахинское проявление к наиболее перспективным проявлениям для дальнейшего изучения и освоения.

Целью настоящей работы являлось изучение глауконита Ванашимахинского проявления для получения исходной информации и оценки перспектив их использования. Для этого с различных участков проявления (рис. 1) были отобраны 5 репрезентативных проб не нарушенной структуры (монолиты) (рис. 3) слабо сцементированных (рыхлых) глауконитсодержащих песчаников весом 5-10 кг. из горизонта 780-785м. Плотность породы – 2,11г/см³, цвет- зеленоватый, структура – мелкозернистая, без запаха. Содержание глауконита в них колеблется в пределах 20 - 22%, остальное приходится на терригенный кварц и примесные включения.



Рисунок 3. Образцы глауконитсодержащего песчаника Ванашимахинского проявления.

В лабораторных исследованиях использовались 5 истертых в шаровой мельнице до порошкообразного состояния образцов весом по 100г, полученных из отобранных проб. Насыпная плотность 1,14г/см³.

Химический состав глауконитов Ванашимахинского проявления приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Химический состав глауконитов Ванашимахинского проявления

Химический состав %											
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₄	п.п.п.
52,3	10,03	15,8	3,03	3,7	1,23	0,56	5,75	0,33	0,01	0,44	5,35

По содержанию Fe_2O_3 (15,8%), преобладающий над Al_2O_3 (10,03%), глауконит проявления можно отнести к железистому типу.

Для определения гранулометрического состава монофракции глауконита применялся ситовой анализ просеиванием через набор стандартных сит с последующей магнитной сепарацией. По окончании отсева каждая фракция по пробам взвешивалась. Анализ выполнен с разделением фракций на гранулометрические классы размером: 1 мм; 1...0,5 мм; 0,5...0,25 мм; 0,25...0,1 мм; 0,1...0,05 мм и менее 0,05мм.

Результаты гранулометрического анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Гранулометрический состав глауконитов Ванашимахинского проявления

Размер фракций, мм	1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	≤ 0,05
Содержание глауконита, %	0	0	0	2,7	90,2	7,1

В результате гранулометрического анализа установлено, что 97,3 % глауконита сосредоточено во фракции – 0,25 + 0,001мм и соответствует мелко-тонкозернистой структуре.

Основная масса зерен глауконита (фото 1) имеет темно-зеленую, редко до светло-зеленой окраску, типично глобулярную форму (округлую, овальную, почковидную), гладкую поверхность. Незначительное количество зерен имеет неправильную форму с бугристой неровной матовой поверхностью. Зерна покрыты извилистыми, пересекающими гладкую поверхность трещинами синерезиса, заполненными белым материалом.

Для определения содержания основных породообразующих минералов была снята рентгенограмма (рис.4) глауконитсодержащей породы (песчаников) проявления.

Согласно данным рентгенофазового анализа (рис.4) исследованной породы, их фазовый состав представлен глауконитом, кварцем, каолинитом и полевым шпатом. Глауконит характеризуется рефлексами 10.1; 4.98; 3.33.

Комплексное изучение предполагало также и термическое исследование, как для подтверждения диагностики минералов, так и для выявления их некоторых характеристических особенностей.

Совместное изучение характера ДТА с данными РФА позволяет дать термическую характеристику изучаемой породы. Термограмма исследуемой породы приведена ниже на рисунке 5.

На кривой ДТА исследуемой породы наблюдаются два слабо выраженных и 2 интенсивных эндотермических эффектов, а также слабо выраженные, растянутые, пологой формы экзотермические эффекты.

Первый эндотермический эффект в интервале температур 75-100° С видимо связан с выделением адсорбционной воды, содержание которой соответствует потере веса на 2,0%. Вторая область 325-400° С отражает разложение органического вещества при потере веса 4,23%. Третья область 650-800°С с максимумом 750°С характеризует выделение кристаллизационной воды при потере массы 2,0%

Растянutosть, пологая форма и асимметричность экзотермических эффектов свидетельствуют о медленном процессе, происходящим в породе при нагревании, например, окисления или восстановления.

Экзотермический эффект при 300-325°С возможно обусловлен окислением структурного железа (II) и переходом его в трехвалентное состояние. В интервале 400-500°С, 600-650°С и 780-950°С фиксируются слабые эффекты, видимо отвечающие фазовым переходам кварца.

В результате комплекса лабораторных исследований установлено, что основная масса глауконитсодержащего материала сосредоточена во фракции –0,25 + 0,001мм. Процентное содержание глауконита резко увеличивается во фракции меньше 0,25 мм, а во фракции – 0,1 – 0,05 мм доходит до 97,3 %. Рентгенофазовый анализ позволил определить основные породообразующие минералы; термический - наличие примеси тонкодисперсной органики в песчаниках.

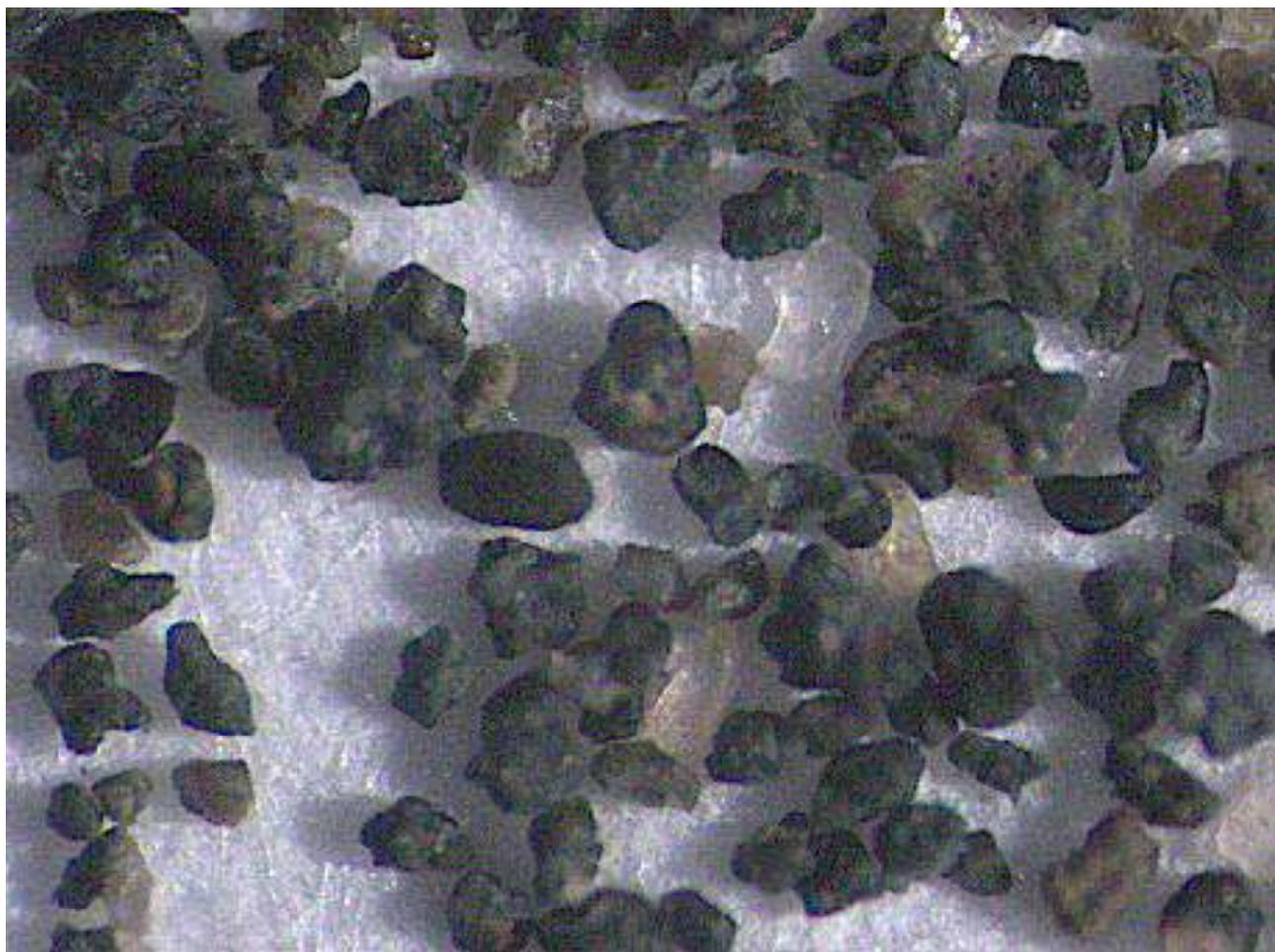


Фото 1.

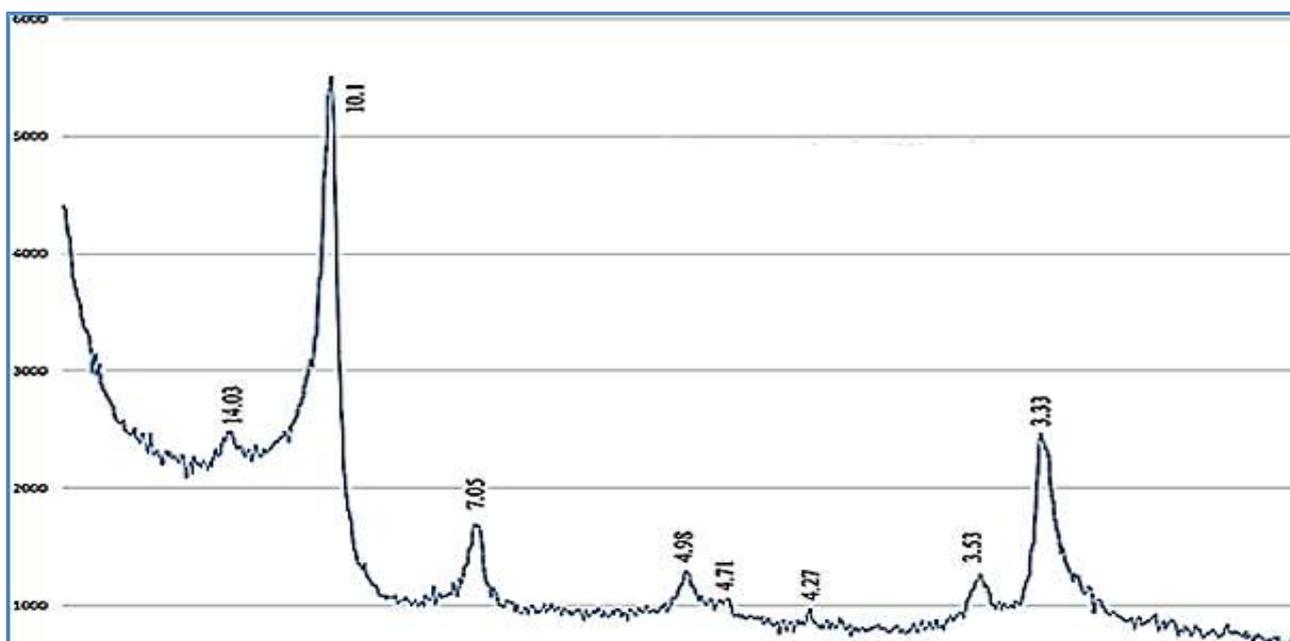


Рисунок 4. Рентгенограмма природного образца песчаника

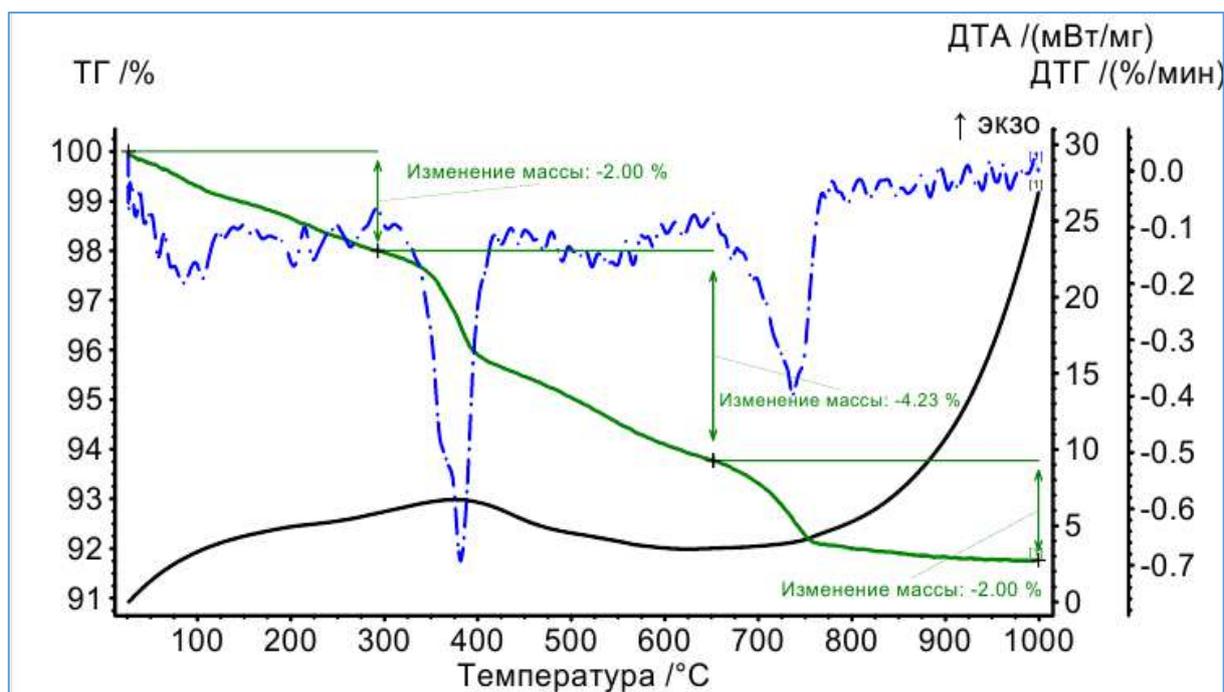


Рисунок 5. Термограмма исследуемых песчаников.

Таким образом, изученные песчаники аптского яруса нижнемеловых отложений могут служить источником для получения глауконитового концентрата как продукта разнопланового применения. При использовании простейших способов обогащения (ситование и электромагнитная сепарации) на выходе можно получить ликвидный продукт. Подобным образом выделены глауконитовые мономинеральные фракции для дальнейших минералого-геохимических исследований с целью оценки их технологических свойств и направлений использования.

Кварцевый песок, остающийся после этих операций, также может быть использован в качестве инертного материала.

Работа выполнена в рамках госзаданий Института геологии ДФИЦ РАН № 1021060808460-6-1.5.6 и 1021060808457-2-1.5.6.

Литература

1. Сулейманов В.К, Мамаев С.А, Юсупов А.Р, Гусейновой А.Ш, Мамаев А.С. Распространение глауконитовых пород и перспективы их использования в Дагестане // Коллективная монография по материалам Всероссийской конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геологии Северного Кавказа (Геокавказ 2021)». 2021, Эссентуки, с. 160-164.
2. Керимов Г.К., Бунин Г.Г. Проблемы использования и развития сырьевой базы нетрадиционных видов минерального сырья Дагестана // Тр. ИГ Даг. ФАН СССР, 1986, вып. 35, Махачкала, с. 4-19.
3. Рудмин М.А. и др. Глауконит из верхнемеловых пород Варваринского месторождения (Торгайский прогиб, Северный Казахстан) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 2. 104–117.
4. Жабин В.А., Золототрубова Е.В. Глаукониты альб-сеноманских отложений северной части Воронежской антеклизы // Вестник ВГУ, 2008, №2, с. 222-227.
5. Сухарев Ю.И., Кувыкина, Е.А. Структурно-морфологические особенности глауконита Багаярского месторождения // Известия Челябинского научного центра, вып.3, 2000, с. 77-81.
6. Свиридова В.А. Особенности глауконита Кантемировской свиты палеогена Воронежской антеклизы // 12.

УДК 553.611; 666.974.2; 502/504
 DOI: 10.33580/2541-9684-2023-94-3-82-95

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ ОБЛАСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА

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

В области Известнякового Дагестана нами исследовано и описано более 12 минералого-петрографических и тектонических памятников природы. Памятники представлены природными объектами, представляющими выходы минерального сырья и тектонические формы рельефа, имеющие важное научное и познавательное значение. Обследуемые геологические объекты, также, после проведения определенных процедур можно внести в каталог достопримечательностей нашей Республики, в которой в настоящее время интенсивно развивается туристический кластер.

Ключевые слова: Известняковый Дагестан, памятники природы, минералого-петрографические, тектонические, обнажения, мел, юра, ртуть, сера, селитра, гипс, фосфориты, отложения, глины, аржиллиты, известняки, песчаники.

MINERALOGICAL-PETROGRAPHIC AND TECTONIC NATURAL MONUMENTS OF THE LIMESTONE DAGESTAN REGION

*Yusupov A.R., Cherkashin V.I., Mamaev S.A., Suleymanov V.K., Yusupov Z.A.,
 Mamaev A.S., Akhmedov A.S., Alilova G.A.
 Institute of Geology DFIC RAS*

In the region of Limestone Dagestan, we have studied and described more than 12 mineralogical, petrographic and tectonic natural monuments. The monuments are represented by natural objects representing mineral outcrops and tectonic landforms of important scientific and educational significance. The surveyed geological objects, also, after certain procedures, can be included in the catalog of attractions of our Republic, in which the tourism cluster is currently intensively developing.

Keywords: Limestone Dagestan, natural monuments, mineralogical and petrographic, tectonic, outcrops, Cretaceous, Jurassic, mercury, sulfur, saltpeter, gypsum, phosphorites, sediments, clays, mudstones, limestones, sandstones.

Область Известнякового Дагестана является следующей к югу от области Предгорного Дагестана, высшей ступенью рельефа. Граница её с Предгорной областью проходит по более высоким частям северо-западных и северо-восточных склонов передовых меловых хребтов: Сала-Тауского, Гимринского, Шамхал-дагского и других. Эти хребты высотой свыше 2000 метров на западе, постепенно понижаются к юго-востоку до отметок ниже 1500 м. Южной границей этой области являются высокие моноклиналиные куэстовые хребты: Алан-Годоберинский, Талакоро и южные борта плато: Хунзахского, Гунибского, Турчи-дагского и хр. Лес. Эта область сложена известняками, доломитами, гипсами верхней юры и песчано-глинистыми и карбонатными отложениями мелового возраста. В эрозионных окнах этой области обнажаются и более древние песчано-глинистые отложения средней и нижней юры.[3].

Минералого-петрографические памятники

Минералого-петрографические памятники – обнажения особо интересных или типичных горных пород, а также пород с редкими минералами, сюда же отнесены следы древних разработок, разрабатываемые (эталонные) месторождения полезных ископаемых с хорошо выраженными минеральными ассоциациями [2].

Алкадарское проявление селитры находится в Сулейман-Стальском районе у с. Алкадар, на правом берегу р. Чирах-чай (фото 1). Здесь известняки маастрихтского яруса верхнего мела выступают в виде высоких, отвесных обрывов. Известняки белые, тонко- и косослоистые, с прослойками мергелистых глин, которые на поверхности выветриваются сильнее, чем известняки. Эти текстурные особенности придают красивый вид обнажению.



Фото 1. Алкадарское проявление селитры.

В составе этих известняков встречаются обломки фосфотизированной фауны и фосфоритовый песок, которые имеют буровато серый цвет. Фосфориты эти являются переотложенными – нижнемеловыми и вся толща известняков является трансгрессивной серией.

Известняки эти, кроме этого, являются селитроносными. Селитра проявляется в виде налетов и корок на поверхности известняков. Кроме того, сами известняки в приповерхностной зоне более селитронасыщены, чем на глубине.

Под нависающими обрывами и в нишах выветривания образовались осыпи корок селитры, выпадающих из стен обрывов и пещер.

Алкадарское проявление селитры имеет большое научное (стратиграфо-минералогическое) значение.

Алкадарское проявление известняков подлежат охране.

Кхиутское месторождение серы находится в Гумбетовском районе, в 10 км к востоку от с. Артлух (фото 2). Оно расположено на южном склоне хребта Салатау. Сера приурочена к гипсо-доломитовой толще верхней юры (к основанию валанжинского яруса нижнего мела). Сера залегает в виде гнезд и вкраплений в мергелистой глине и в гипсе.



Фото 2. Линзовидные выходы серы.

Мощность сероносного (линзовидного) пласта колеблется от нескольких см. до 3 метров. Залежь имеет форму полулинзы протяженностью (по диаметру) 750м и до 200 м по падению пласта.

Месторождение было известно местному населению с незапамятных времен. Добыча серы началась в 1809 году. Особенно интенсивная добыча серы велась во время Кавказской войны Имама Шамиля с войсками русского самодержавия, для производства пороха.

Производство пороха велось в аулах: Артлух, Чирката и Гимры.

После покорения Кавказа, в 1877 году Кхиутское месторождение серы было отдано князю А. Б. Эристову в концессию, а в период 1882-1891 гг. в аренду французской компании. В 1914 году во время империалистической войны на руднике было организовано общество «Кавказская сера», прекратившее свое существование в гражданскую войну.

Следы этих, зачастую, хищнических разработок можно наблюдать теперь в виде многочисленных подземных выработок, остатков серного завода, остатков серной руды на поверхности. Все это вызывает большой эстетический интерес.

Большое научное значение имеет это месторождение в связи с тем, что наглядно представлено совместное нахождение первичного гипса и целестина и взаимоотношение их с вме-

щающими породами (доломитами и сероносной мергелистой глиной), а также ярко выраженные зоны окисления серных руд, преобразование вторичных минералов, переход серы в серную кислоту и переработка ими горных пород и минералов.

В целом Кхиутское месторождение, как геологический памятник, имеет минералогическое, и историческое значение и является уникальным объектом для экскурсий.

Охране подлежат горные выработки, естественные обнажения, остатки серного завода на площади 4 га.

Киятлинское проявление ртути находится в Гумбетовском районе, в 8 км к западу с. Киятль, на левом склоне Андийского Койсу (фото 3).

Здесь на северном крыле тлохской антиклинали сложенной нижнемеловыми песчано-глинистыми и карбонатными отложениями, у истоков балки, впадающей в Андийское Койсу у с. Ортоколо учеником 4го класса Киятлинской средней школы было обнаружено проявление самородной ртути. Проявление приурочено к пласту рыхлого песчаника мощностью 4 м готеривского яруса.



Фото 3. На заднем плане место расположения проявления самородной ртути.

На стенке обрыва этого песчаника, в небольшой нише выветривания, время от времени, в жаркие дни скапливается самородная ртуть объемом не более одного наперстка за неделю.

Проявление не представляет практического значения. Несмотря на это, представляет большой научный интерес, так как генезисы этого проявления еще не выявлены.

Касумкентское месторождение фосфоритов находится в Сулейман-Стальском районе, на западной окраине с. Касумкент (фото 4).

Фосфориты приурочены к трансгрессивной серии песчаных известняков маастрихтского яруса верхнего мела, которые простираются вдоль верхней (водораздельной) части левого склона р. Цмурчай, образуя куэстовые обрывы, обращенные на юг (к реке). Фосфоритоносным является пласт рыхлого песчаного известняка мощностью от 0,3 до 3 м. Фосфориты представлены обломками и целыми окатанными фосфоритизированными аммонитами, белемнитами, реже обломками окатанных фосфоритовых желваков. Кроме того, в состав фосфоритоносных пластов входит песок и гравий фосфоритов.



Фото 4. На заднем плане фосфоритоносные отложения.

Основной пласт фосфоритов простирается на 2 км. Кроме того, местами в маастрихтских отложениях наблюдается два или три менее мощных (от 0,2 до 1 м) быстро выклинивающихся пласта фосфоритов такого же состава, что и основной пласт, и мощность продуктивной толщи увеличивается до 10-15 м. Содержание пятиоксида фосфора (P_2O_5) в желваках фосфоритов и фосфатизированной фауне колеблется от 17 до 21%, а в фосфоритосодержащей породе до 8%.

Характер фосфоритоносной толщи – сильная песчаность, диагональная слоистость, окатанность фосфоритов и значительное содержание фосфоритового песка, указывает на вторичное залегание фосфоритов нижнемелового возраста, которые мы наблюдаем в верхнебарремских и аптских отложениях в этом районе.

Месторождение не имеет промышленного значения ввиду малых запасов и трудных горнотехнических условий разработки (подземная добыча). Однако оно имеет большое научное, учебное и эстетическое значение.

Уникальные обнажения и горные выработки на месторождении подлежат охране.

Могохское месторождение серы находится в Гергебельском районе РД, в 2 км к северу от с. Могох, на северо-западном склоне Могохского хребта, обращенного к котловине Орота. (фото 5).



Фото 5. Вид на место расположения Могохского месторождения серы.

Залежи самородной серы приурочены к гипсодоломитовой толще верхнеюрского возраста. Серосодержащей породой являются, как доломиты, так и мергелистая глина или песчано-известковистая глина. Сера залегает в виде гнезд кристаллов и вкраплений в комплексе с вторичными минералами: целестином, кальцитом, которые представлены крупнокристаллическими агрегатами и щетками мелких кристаллов. Здесь же, среди чередующихся доломитов и сахаровидных гипсов, встречаются хорошо выдержанные тонкие (от 1-3 до 15-25 см.) прослойки первичного (мраморовидного) целестина.

На этом месторождении хорошо выражена зона окисления серных руд с комплексом вторичных минералов, а также характерное изменение в первичных породах (гипсах, доломитах и известняках), т.е. выщелачивание гипсов, переход их в твёрдые гипсы, образование пустот, каверн и пор в доломитах, кальцитизация известняков, обрушение чередующихся слоев доломитов с гипсами и превращение их в карбонатные брекчии. В целом Могохское месторождение серы является уникальным минералогическим памятником природы, которое имеет большое научное значение для изучения генезиса серных месторождений и процессов окисления серы, а также большое учебно-практическое значение для молодых геологов и любителей природы.

Перевальное месторождение мраморизованных известняков находится в Буйнакском районе, по дороге Буйнакск – Аракань, в 5 км к югу от с. Аркас. (фото 6).



Фото 6. Вид на месторождение Перевальное.

Месторождение сложено массивными голубовато-бежевыми мраморизованными известняками валанжинского яруса нижнего мела. По своим декоративным свойствам, массивности известняки являются облицовочными и пригодны для отделки внутренних частей зданий и получили промышленное применение.

Месторождение имеет практическое, учебное, научное и эстетическое значение и подлежит охране для рационального использования.

Цуршурское (Левашинское) месторождение облицовочного известняка (фото 7) находится в Левашинском районе в 2 км к востоку от с. Карлобко. Оно сложено пелитоморфными известняками верхнемелового возраста, которые залегают почти горизонтально, занимая обширную площадь. Известняки мягкие, вязкие, белого цвета со слегка желтоватым оттенком.



Фото 7. Цуршурское месторождение пыльного известняка.

Известняки легко поддаются распиловке и шлифовке и являются хорошим облицовочным камнем. Здесь на карьере камнепильными машинами распиливали блоки больших размеров (до 1х2 м), которые на Каспийском камнепильном заводе готовили на облицовочные плиты. Этими известняками облицованы многие здания (ЦУМ, Махачкалинский ж.д. вокзал и др.) в городе Махачкале. Месторождение является аналогом Акушинского и других месторождений. Оно имеет научное, учебное и промышленное значение.

Яргильское проявление ртути находится в Хивском районе, в речке у с. Яргиль (фото 8).

Проявление представлено жидкой (металлической) ртутью, которая собирается в виде капелек на дне речки под аллювиальными отложениями реки. Район этого проявления сложен доломитизированными известняками сильнопористыми, кавернозными и местами карбонатной брекчий, которая свидетельствует, что они образовались в результате карстовой переработки чередующихся гипсов и доломитов.

Происхождение проявления жидкой ртути не выяснено, так как нет даже косвенных признаков проявления гидротермальной деятельности, а разрывное нарушение (сброс) находится в 1,5 км к востоку от этого проявления.

Проявление представляет большой научный интерес для выяснения его происхождения и перспектив поисков ртути в этом районе.

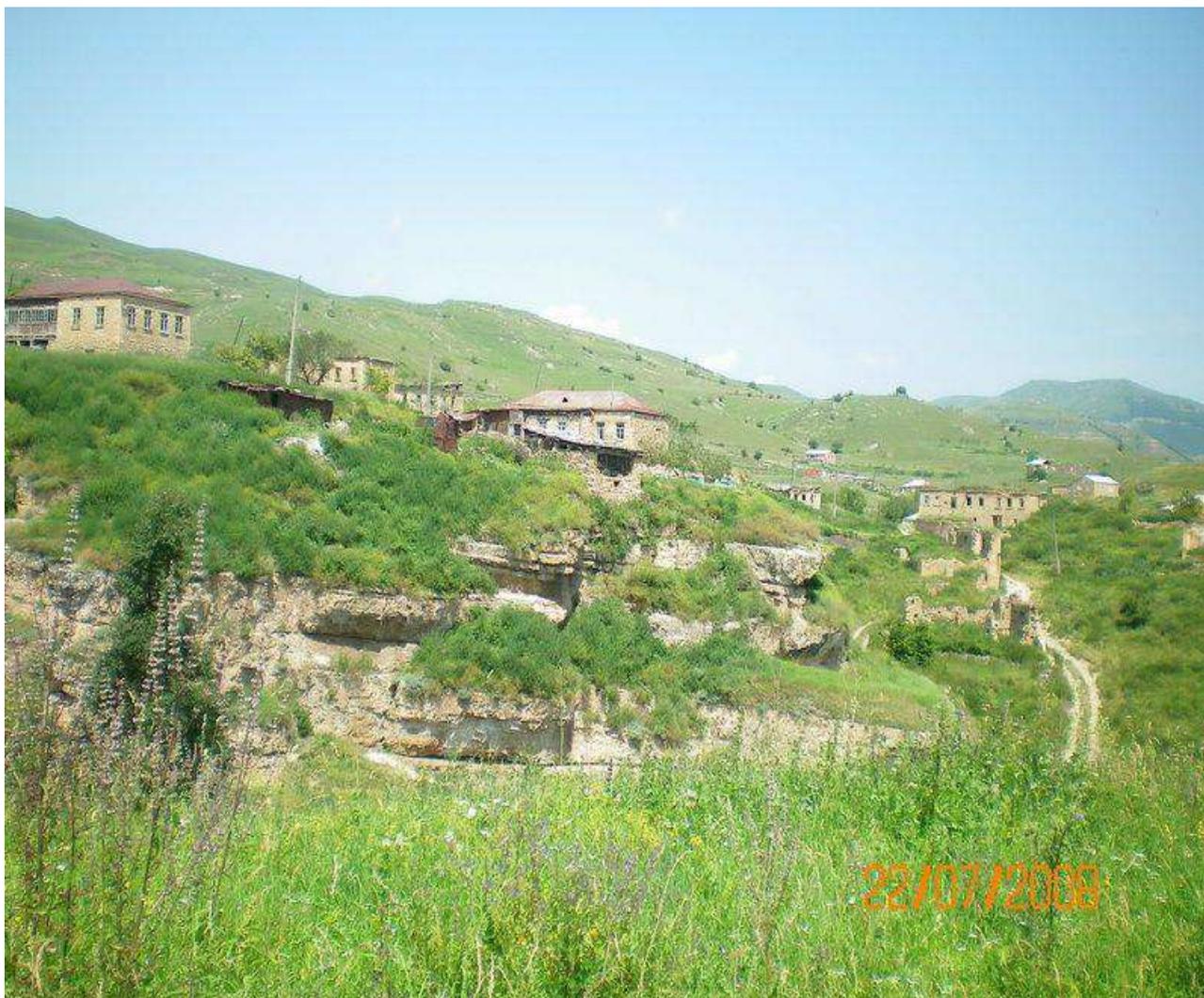


Фото 8. Место расположения проявления ртути.

Тектонические памятники

Тектонические памятники – образования, свидетельствующие о движениях земной коры и о вулканизме (складки, разломы, потухшие вулканы) [2].

Андийские ворота, горный перевал на хр. Буцрах (юж. отрог Андийского хр-та). Расположен в 3,5 км на В-С-В от с. Риквани и в 5 км на З-Ю-З от с. Цилитль. Высота перевала 2380 м. (фото 9).

Андийские ворота представляют собой узкую теснину, образованную, по линии тектонического разрыва (сброса) в карбонатных породах, через которую проходит дорога (тропа) из с. Мехельта в сс. Риквани, Анди, Гагатль. На С и СЗ открывается панорама Андийского хр., а на Ю и ЮВ виды внутреннего Известнякового Дагестана. На заднем плане прослеживается цепь снеговых гор Бокового хр-та. Живописная природа, животный и растительный мир характерны для высокогорного Дагестана. Андийские ворота представляют научный, учебный и эстетический интерес.



Фото 9. Вид с Андийского перевала.

Акушинская синклиналь является восточной частью обширной Акушинско-Мурадинской синклинальной зоны, простирающейся от хребта Лес до западной границы Дагестана. Ядро синклинали в пределах Акушинского района выполнено сверху сарматскими отложениями, которые трансгрессивно залегают на известняках верхнего мела. Ядро складки между сс. Гапшима и Акуша сложено мелкими складками слоистых известняков (фото 10).

Верхнемеловые известняки, полого залегающие у с. Дубримахи, представленные пелитоморфными разностями, пригодны для разработки на пильные штучные и облицовочные камни. Район Акушинской синклинали представляется весьма интересным для изучения геологии и полезных ископаемых и имеет большое научное и учебное значение.



Фото 10. Вид на Акушинскую синклиналь.

Гергебильская синклиналь – Синклиналь – складка горных пород, лежащая вогнутой стороной (перегибом слоев) вниз.

Описываемая Гергебильская синклиналь является средней частью Буцринско-Хаджалмахинской синклинальной зоны, протяженностью 40 км. Наиболее ярко выражена складка у устья реки Кара-Койсу (у Гергебильского консервного завода), где река, пересекая ее поперек, образует красивое обнажение горных пород – чередующихся слоев белых известняков и серых мергелей. Вогнутые вниз слои этих пород похожи на полумесяцы, положенные один в другой (фото 11).

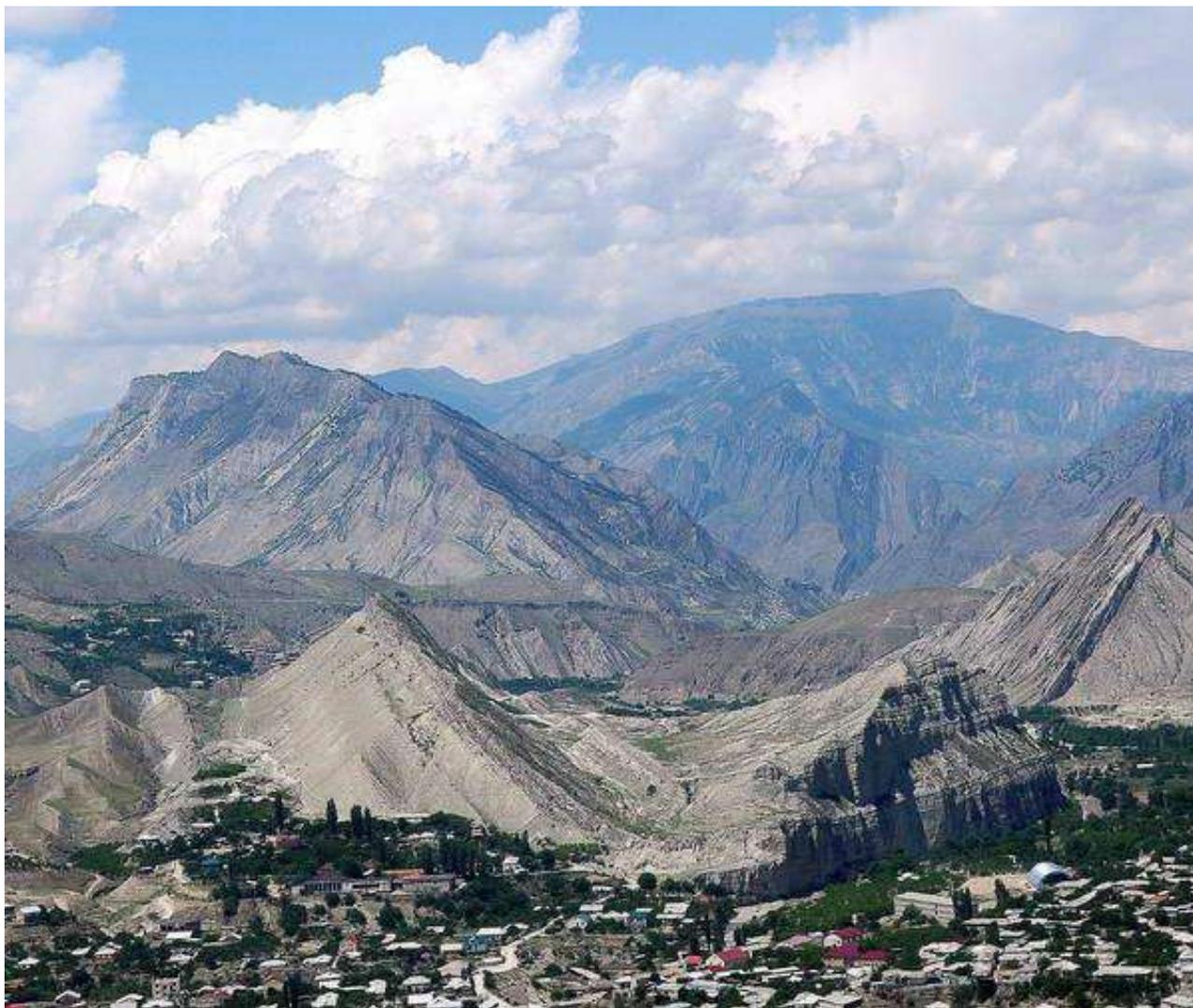


Фото 11. Вид на Гергебильскую синклиналь.

Весьма живописна эта синклинальная зона на востоке (у с. Хаджалмахи), где по оси синклинали образован положительный рельеф – пирамиды «полумесяцев» сложенную чередующимися известняками и мергелями, подобно слоистому пирогу. По рекам Кара-Койсу и Аймакинка, впадающим в р. Казикумухское-Койсу у оси синклинали, обнажены идеальные стратиграфические разрезы меловых и юрских пород.

Названными реками, пересекающими карбонатные толщи поперек, образованы красивые ущелья и теснины (Гергебильское и Аймакинское). Красота и дикость природы в сочетании с культурными ландшафтами – фруктовыми садами, район Гергебильской синклинали

весьма привлекателен. Поэтому в свое время Университет им. Патриса Лумумбы выбрал здесь (у Гергебиля) постоянную базу для прохождения практики студентов геологического факультета.

Гергебильская синклиналь имеет научное, учебное и эстетическое значение.

Кадар-Ирганайская антиклиналь простирается из Буйнакского в Унцукульский район (из Буйнакской котловины в долину р. Аварское Койсу). Основные (сводные) части этой антиклинали глубоко эродированы, образовав обратные (отрицательные) формы рельефа. Она более глубоко эродирована в бас. р. Аварское Койсу, где в сводной части обнажены более древние породы юрского возраста (фото 12).



Фото 12. Вид на небольшой участок складки у с. Аракани.

Антиклиналь эта полого-широко-сводчатая. Покрывающий ее сверху «панцирь» известняковой толщи сохранился лишь в районе Араканского перевала (к западу с. Апши), где и сохранилась её форма-арка, которая хорошо обзрима с дороги Буйнакск – Леваши в районе с. Дуранги. Поэтому из многих антиклинальных складок в Дагестане выбран этот участок для иллюстраций.

Кадарская антиклиналь, как эталон антиклинальных складок, имеет большое познавательное и эстетическое значение.

Она не входит в число охраняемых, как памятники регионального масштаба.

Ташкапурская флексура находится между сс. Ташкапур и Цудахар Левашинского района, в долине р. Казикумухское Койсу. Здесь река разрезала вкрест простирания Айлитимахинскую антиклинальную складку, хорошо обнажая ее разрез. Разрез этот сложен в нижней части известняками и доломитами верхней юры и нижнего мела, песчано-глинистыми породами нижнего мела в средней части и известняками барремского яруса в верхней части. Такое чередование толщ осадочных пород и хорошая обнаженность позволяют наблюдать строение дуг и слоев свода антиклинали. В верхней части этой дуги, в нижнебарремских известняках на левом склоне хорошо наблюдаются флексуры, переходящие в небольшой сброс (фото 13).

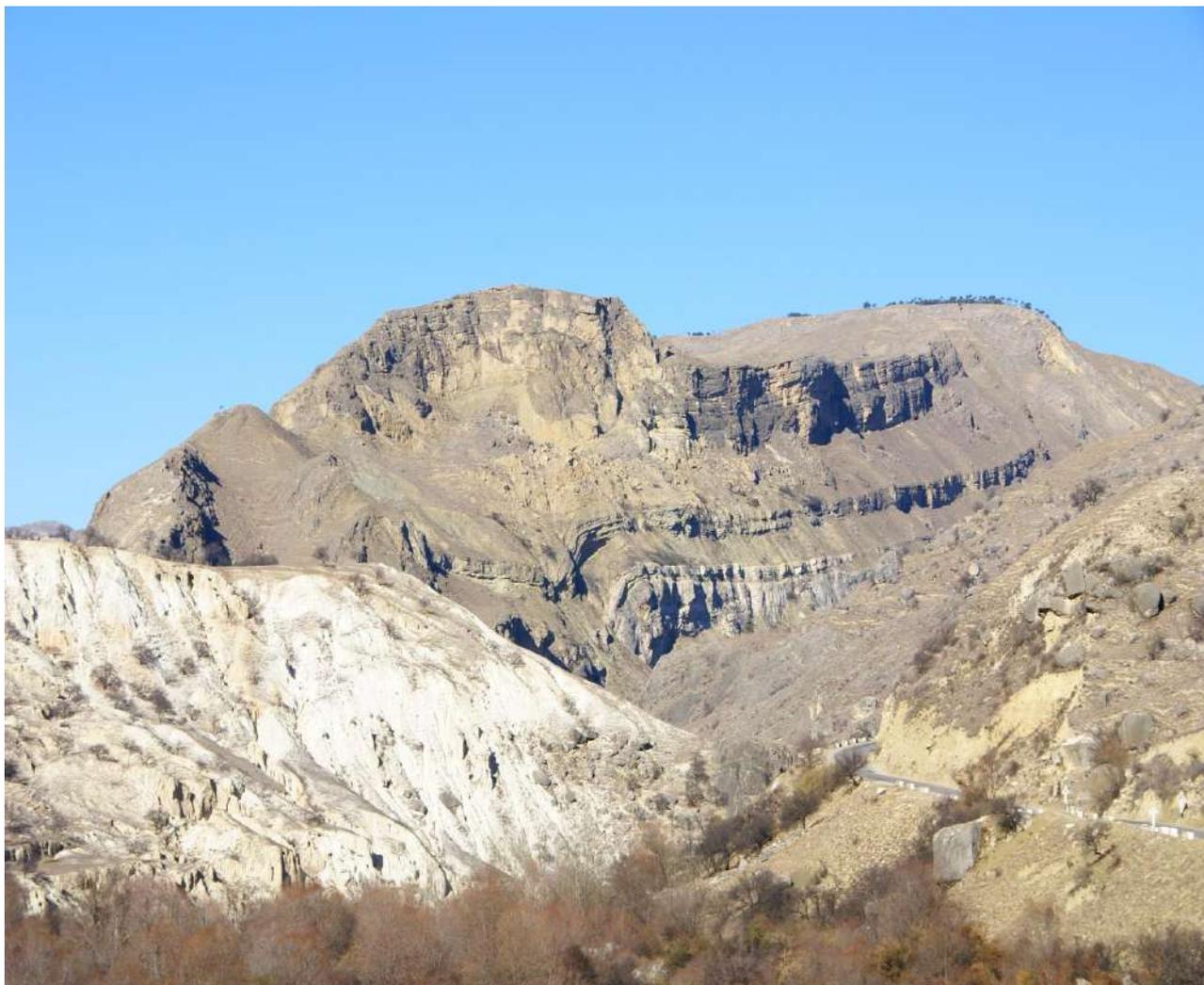


Фото 13. Вид на Ташкапурскую флексуру.

Антиклинальная складка и флексура имеют большое научное, учебное и эстетическое значение.

Минералого-петрографические и тектонические памятники природы Известнякового Дагестана очень многочисленны. Нами выделены и исследованы только некоторые из них. В каждом регионе нашей Родины есть свои уникальные и неповторимые природные творения. Все они, без всякого сомнения, заслуживают внимания и бережного отношения к себе.

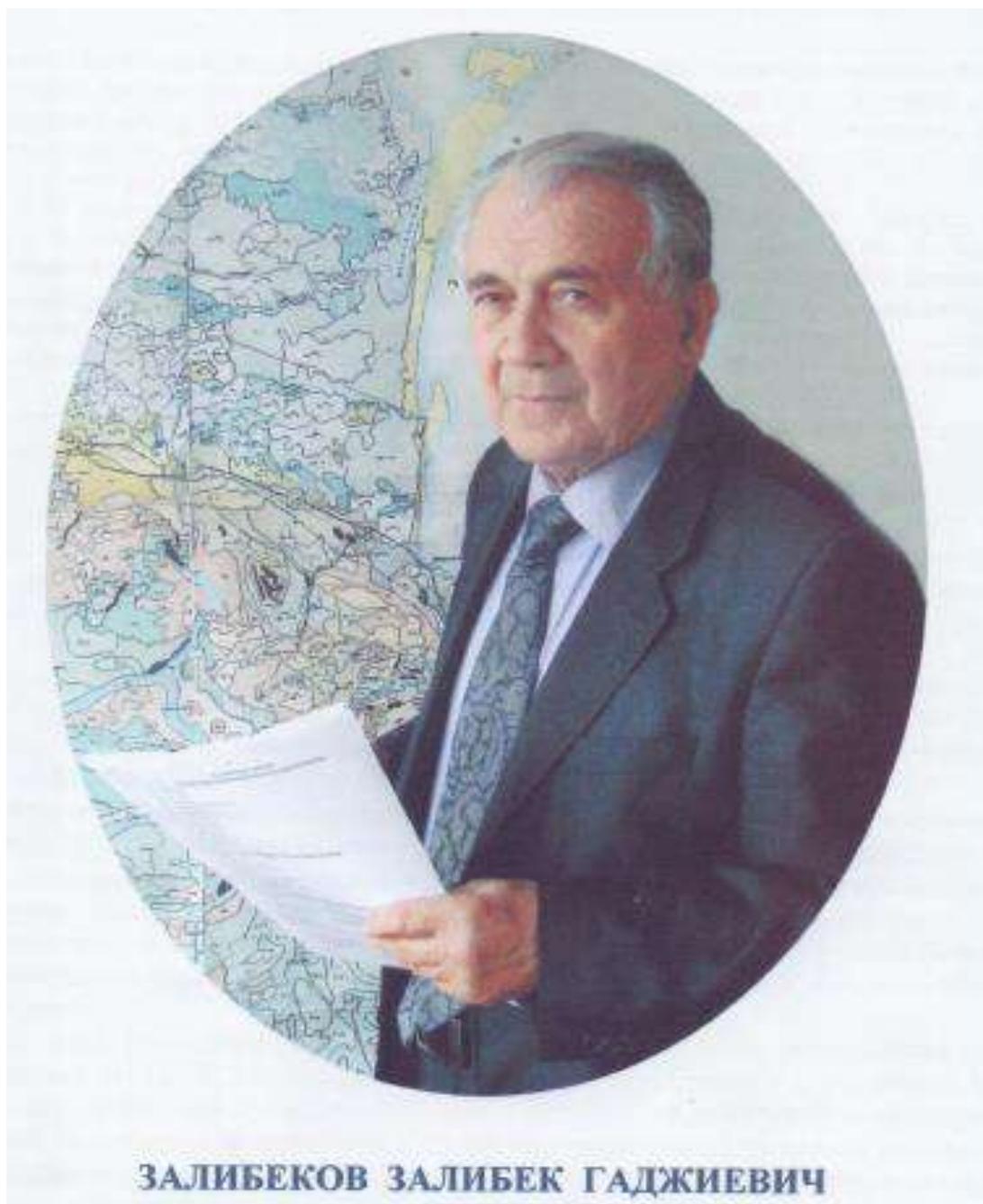
Большой проблемой в нашей стране является тот факт, что многие природные объекты не внесены в соответствующие списки и не имеют охранного статуса. Более того, многие памят-

ники природы существуют только "на бумаге": никаких реальных мероприятий по их охране не ведется [1].

Литература

1. Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Геолого-географические памятники Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2013. № 62. С. 169-172.
2. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И. Области распространения и типы геологических памятников Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2014. № 63. С. 335-340.
3. Юсупов А.Р., Сулейманов В.К., Алимагомедов А.А., Алхулаев К.Г., Мамаев А.С. Природные памятники области Известнякового Дагестана. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 1 (76). С. 8-12.
4. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Ахмедов А.С., Юсупов З.А., Мамаев А.С. Стратиграфические, минералого-петрографические и тектонические памятники природы области предгорного Дагестана и передовых третичных хребтов // Труды института геологии дагестанского научного центра РАН. 2022. № 1 (88). С. 89-93.
5. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Юсупов З.А., Мамаев А.С., Алилова Г.А., Баркуева Л.С. Геоморфологические, гидроминеральные и живописные памятники природы предгорного, третичного Дагестана // Труды института геологии дагестанского научного центра РАН. 2022. № 3 (90). С. 63-73.
6. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Гидро-минеральные и живописные природные памятники низменного Дагестана // Труды института геологии дагестанского научного центра РАН. 2021. № 3 (86). С. 86-93.
7. Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Природные памятники высокогорного Дагестана // Труды института геологии дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1 (80). С. 121-123.
8. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Мамаев А.С., Юсупов З.А. Геологические памятники области предгорного Дагестана // Труды института геологии дагестанского научного центра РАН. 2020. № 3 (82). С. 98-100.

К ЮБИЛЕЮ ЗАЛИБЕКА ГАДЖИЕВИЧА ЗАЛИБЕКОВА



В октябре 2023 года научная общественность нашей республики и за ее пределами отмечает 90-летие Залибекова Залибека Гаджиевича – известного почвовед-биолога, доктора биологических наук, главного научного сотрудника Института геологии ДФИЦ РАН, профессора каф. почвоведения Даггосуниверситета, заслуженного деятеля науки Дагестана и Российской Федерации, главного редактора Международного академического журнала «Аридные экосистемы».

Научная и научно-организационная деятельность Залибека Гаджиевича полностью связана с проведением фундаментальных и прикладных исследований в области почвоведения, биосферных проблем развития почвенного покрова и рациональном использовании в различных отраслях народного хозяйства. Результаты их получили признание в региональном, федераль-

ном и Международном масштабах. Научные труды юбиляра заслуживают особого внимания, вследствие того, что период становления ученого был связан с организационными изменениями биологических и сельскохозяйственных наук в Дагестане и в целом, всей академической науке. Окончив аспирантуру в 1965 г., защитил кандидатскую диссертацию в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, результаты которой опубликованы, как монографическое издание.

Переломным событием в развитии биологических наук явилось создание в 1972 году Отдела биологии, одним из организаторов которого и руководителем лаборатории биологической продуктивности почв и ландшафтов был утвержден Залибеков З.Г.

В период работы отдела биологии (1972 – 1991 г.г.) были опубликованы результаты НИР лаборатории по проблеме первичной биологической продуктивности почв и ландшафтов, общим объемом более 50 печ. листов, многочисленные статьи в региональной, федеральной международной печати. Исследовательская работа по почвенным проблемам развивалась в междисциплинарном аспекте, включая роль антропогенного фактора в почвообразовании. Теоретическое обоснование роли антропогенного фактора в почвообразовании и закономерности развития многоотраслевого использования почв в народном хозяйстве были обобщены Залибековым З.Г. в докторской диссертации, защита которой состоялась в диссертационном совете факультета Почвоведения Московского государственного университета в 1982 году. Основное ее содержание посвящено научному обоснованию дифференциации общей площади почвенного покрова земли на 2 категории – функционирующая площадь производящая биологическую продукцию и техногенный покров, используемый для размещения объектов промышленного, жилищного, городского, сельскохозяйственного строительства и специального назначения. Выявлены закономерности изменения почвенного покрова в пространственном плане под воздействием антропогенного фактора, и степени влияния технических объектов на свойства почв, находящихся в сопряженных условиях с техносферой. Много внимания уделено разработке методов картирования почв, перешедших в категорию земель лишенных процессов почвообразования и функционирующего состояния почв. Концепция дифференциации почвенного покрова на категории, отличающихся по биосферным функциям, включая и методы картирования биосферных категорий почв, поддержана научной общественностью и получила высокую рейтинговую оценку.

Учитывая важность и значимость фундаментальных исследований проводимых в Отделе биологии в 1990 г. Отделение общей биологии РАН поддержало предложение ДНЦ РАН о преобразовании Отдела биологии в Прикаспийский институт биологических ресурсов (ПИБР) с возложением обязанностей директора-организатора. В 1991 г. Залибека Гаджиевича избирают первым директором ПИБР, который он возглавлял до июня 2006 г. Таким образом, за 20 – летний период работы зав. отделом биологии и директором ПИБР, им была создана структура института, научные направления, производственные площади, биосферная станция в Терско-Кумской низменности, материально-техническая база, которыми Институт пользуется и в настоящее время. За этот период расширилась экспериментальная база и опытные поля для организации и проведения прикладных исследований по проблемам борьбы с опустыниванием и воспроизводству биологических ресурсов Каспийского моря. За короткий период институт стал одним из ведущих в системе ОБН РАН и результаты их исследований получили широкое признание. Как директору Института Залибекову З.Г. присваивается в 1994 г. почетное звание заслуженного деятеля науки Дагестана, а в 1999 году – заслуженного деятеля науки Российской Федерации, в 1983 г. награждается юбилейной медалью В.В. Докучаева. Плодотворными были и Международные связи. В 1994 – 1996 г.г. он был руководителем Международной экспедиции, которая выполнила работу по исследованию биологических ресурсов регионов Ближнего Востока, организованной в Сирии Международным Союзом Охраны природы «ИКАРДА». В этот период Залибекову З.Г. удалось выявить особенности выращивания с-х культур в аридных условиях без поливов, используя запасы влаги конденсируемых в песчаных,

супесчаных и легкосуглинистых отложениях. В экспедиции, состоявшейся в Египте с группой зарубежных ученых в 1998 г. представил он методы проведения полевых исследований на песчаных почвах, подверженных природным процессам опустынивания. Во время проведения полевых исследований в Египте, Сирии и Иордании у Залибекова З.Г. формируется концепция проблемы борьбы с опустыниванием и освоения нетрадиционных видов водных источников: парообразная вода атмосферы, подземные воды гидросферы.

Ведущую роль в формировании концепции проблемы опустынивания и проведении исследований по аридным землям сыграли работы и личное общение с выдающимися учеными: президентом Международного общества почвоведов – В.А. Ковдой, лауреатом Государственной премии профессором – С.В. Зонном, академиком Туркменской академии наук – А.Г. Бабаевым, с зарубежными учеными профессором – Т. Дрегне, профессором Колорадского научного центра атмосферных исследований США – М. Глянцем, Л. Орловской. Кроме того, по инициативе Залибекова З.Г. созданы новые подразделения в Отделении общей биологии РАН секция «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием» в рамках научного совета по экологии биологических систем; во Всероссийском обществе почвоведов им. В. В. Докучаева рабочая комиссия «Аридные земли». Особо следует отметить работу, проведенную по созданию Международного академического журнала «Аридные экосистемы». Целесообразность проведения этой работы была связана с тем, что после распада СССР, издаваемый в Туркменской АН ССР Международный журнал «Проблемы освоения пустынь» перестал издаваться. В результате Российская федерация оказалась без научного издания по аридным землям. Эту работу взял на себя Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН под руководством Залибекова З.Г. и внесли предложение о создании нового журнала РАН «Аридные экосистемы». О создании этого журнала он выступил с докладом на заседании Отделения общей биологии РАН и получил поддержку и предложение стать главным редактором журнала и провести всю организационную работу.

Журнал издается с периодичностью 4 номера за год с 1995 года, английская версия которого распространяется в разных странах мира. Развитие и высокая рейтинговая оценка журнала видны в активном участии зарубежных ученых в качестве авторов статей, членов редколлегии, редсовета, подписчиков и читателей. Рост авторитета журнала и публикационная активность Российских и зарубежных авторов доказывается изданием переводной версии журнала на английском языке и включением в систему изданий рецензируемых Scopus, Wos и ВАК-ом. В настоящее время журнал имеет работоспособную редакционную коллегию, состоящую из 2-х групп – Московской, размещенной в Институте водных проблем РАН и Махачкалинской - на базе Дагестанского федерального исследовательского центра РАН. В развитии журнала активную помощь оказывают общественные организации, природоохранные учреждения. Для использования возможностей финансирования привлечены ресурсы Министерств, ведомств и учебных заведений.

Международные творческие связи Залибекова З.Г. развиваются активным участием его и коллег в работе конференций, совещаний проводимых в нашей стране и за рубежом. Наиболее важными и значительными из совещаний, где юбиляр принял участие являются Международное совещание по освоению сельскохозяйственных ресурсов засушливых территорий (Египет, Каир, 1999 г.), выступление с докладом в Национальном университете г. Рапидс (штат Мичиган США, 2004 г.). В широком масштабе проводит Залибеков З.Г. совместные работы с Федеральным научным центром агроэкологии РАН по составлению, внедрению, оценке Национальной программы по борьбе с опустыниванием земель Дагестана, Калмыкии и других регионов (г. Волгоград, ВНИАЛМИ, 2017-2022 г.г.). Оценка национальных проектов выявила необходимость дальнейшего развития исследований, где основной целью является выявление, использование нетрадиционных видов водных ресурсов и их запасов – подземных пресных вод, залегающих в пределах глубин 350 – 400 м.

Большой объем организационной и педагогической работы проводит Залибек Гаджиевич по подготовке молодых кадров-почвоведов, способствующих развитию народнохозяйственного комплекса республики. Опираясь на созданную научную базу и кадровый потенциал, при активной организационной работе юбиляра, в 2011 году создана кафедра почвоведения на биологическом факультете Даггосуниверстета. Кафедра почвоведения оборудована приборами, аналитической техникой, реактивами, что подтверждается выполнением необходимого набора химических, физических анализов. На кафедре готовятся почвоведы- бакалавры по специальности «Земельный кадастр и сертификация почв». Создание кафедры почвоведческого направления явилась важным событием в подготовке национальных кадров по изучению и оценке почв Дагестана, отличающееся уникальностью и оригинальностью.

Развитию приоритетного направления почвенных, почвенно-экологических исследований по проблеме борьбы с опустыниванием Залибек Гаджиевич уделяет большое внимание. В ее содержании он включил разработку закономерностей влияния современного климатического потепления на почвенный покров. При потеплении климата возрастает дефицит почвенной влаги, способствуя деградации почвенно-растительного покрова природных кормовых угодий. В пределах Прикаспийской низменности выявлено, что опытно-производственные работы по возрождению деградированных земель целесообразно расположить в условиях богатых подземными водами. По результатам исследований в Терско-Кумской низменности определены запасы подземных пресных вод 100 – 150 тыс. м³ пригодных для орошения пастбищ. Исследованиями Залибека Гаджиевича и руководимого ими коллектива группы палеопочвоведения в Институте геологии ДФИЦ РАН выявленный объем подземных пресных вод позволяет провести орошение на площади более 0,3 млн. га. Это вносит значительный вклад в возрождение деградированных земель, и обосновать новое научно-техническое направление «Мелиорация и подземные воды».

В сфере научно-организационной деятельности юбиляра значительное внимание уделяется вовлечению в члены общества и пропаганде знаний о почвах среди работников разных отраслей. С 1998 года со времени избрания его председателем Даг. отделения Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева проведены мероприятия с учащимися общеобразовательных школ, работниками природоохранных учреждений Кочубейского управления отгонного животноводства, результатом которого явились посадки деревьев и облесение придорожных полос в Буйнакске, Избербаше, Кочубее и в других городах и поселках.

Многогранная деятельность Залибекова З.Г. отличается целеустремленностью и глубиной в научном, организационном и практическом аспектах, охватывающая различные стороны биологических, геологических, экологических исследований. Поэтому характеризовать их в одном сообщении невозможно. В то же время приведенный анализ деятельности юбиляра позволяет отметить развитие междисциплинарных исследовательских работ фундаментального значения, характеризующихся возрастанием востребованности полученных результатов. И мы желаем Залибеку Гаджиевичу продолжения проводимых работ, крепкого здоровья и дальнейших успехов в научной и научно-организационной деятельности.

**От имени коллектива, с поздравлениями
руководитель Института геологии ДФИЦ РАН Мамаев С.А.**

Информация для авторов

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

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

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

Правила оформления рукописи в журнале

Название журнала: "Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН".

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

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

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

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

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

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

6. Основные структурные элементы статьи:

- Заголовок (Название) статьи
- Аннотация
- Ключевые слова
- Введение
- Материалы и методы
- Результаты и обсуждение
- Выводы (иногда Заключение)
- Список литературы

Тексты статей будут проверяться на плагиат на специальных сайтах. Рукопись должна быть окончательно проверена, датирована, подписана всеми авторами. Допускается отправка по электронной почте отсканированных листов публикации с подписями авторов.

Технические требования

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

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

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

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

Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

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

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

6. Список литературы других иностранных языках. Авторский коллектив приводится полностью. В списке литературы даются только опубликованные работы. Ссылка в тексте на литературу дается в квадратных скобках или в круглых скобках (автор, год); ссылки на рисунки и таблицы также даются в круглых скобках оформляется с абзацем. Для книг: фамилии и инициалы авторов, полное название источника, город, издательство, год издания, число страниц. Статья из сборника: фамилии и инициалы авторов, полные названия как статьи, так и сборника в целом, место и год издания источника и номера страниц статьи. Статья из журнала: фамилии и инициалы авторов, название статьи и журнала, год издания, том, номер, страницы.

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

8. Занумерованные формулы обязательно выделяются красной строкой, номер формулы ставится у правого края. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

Рукописи, оформленные с нарушением правил, возвращаются без рассмотрения.

Адрес редакции:
Россия, 367030, Махачкала, ул. М.Ярагского 75
© Институт геологии ДФИЦ РАН
© Коллектив авторов

ISSN: 2541-9684

Научное издание

*Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи
и массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор).*

ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Ежеквартальный научный журнал
"Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН"
Выпуск № 3 (94) 2023

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

Дизайн – *Черкашин В.И.*

Верстка – *Ахмедов А.С., Мамаев А.С., Ибаев Ж.Г., Идрисов И.А.*
Набор – *Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Мусаев М.А.*

Подписано в печать 20.09.2023 г. Формат 60×84¹/₈.

Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 11,86. Уч.-изд. л. 5,5. Тираж 200 экз. Заказ №23-20-09.



Отпечатано в типографии АЛЕФ
367002, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева 64
Тел.: +7 (8722) 935-690, 599-690, +7 (988) 2000-164
www.alefgraf.ru, e-mail: alefgraf@mail.ru