



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геологии
Дагестанского научного центра

ISSN:2541-9684

№ 3(74), 2018
Ежеквартальный
научный журнал

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

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

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

ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Научно-редакционный совет:

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

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н., г.н.с. ИГ ДНЦ РАН,

к.т.н., с.н.с.

д.т.н., г.н.с.

к.ф.-м.н, с.н.с.

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.ф.-м.н., профессор

к.г.-м.н. с.н.с.

д.г.-м.н., г.н.с.

д.б.н., г.н.с., профессор

к.ф.-м.н.

д.ф.-м.н., в.н.с.

к.г.н., с.н.с.

д.ф.-м.н., профессор

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

д.г.-м.н., г.н.с., профессор

к.г.-м.н., с.н.с.

к.ф.-м.н.

к.г.-м.н.

д.т.н., в.н.с., профессор

к.г.-м.н.

к.ф.-м.н., доцент

н.с., (ответственный секретарь)

м.н.с., (составитель)

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

Черкашин В.И.
(главный редактор)

Мамаев С.А.

(зам. главного редактора)

Абдуллаев Ш.-С.О.

Алиев И.А.

Ахмедов Г.Я.

Ахмедов С.А.

Ашурбеков Н.А.

Газалиев И.М.

Гусейнов А.А.

Залибеков З.Г.

Ибаев Ж.Г.

Идармачев Ш.Г.

Идрисов И.А.

Курбанисмаилов В.С.

Магомедов Р.А.

Маммаев О.А.

Мацапулин В.У.

Таймазов Д.Г.

Темирбекова У.Т.

Тотурбиев Б.Д.

Юсупов А.Р.

Якубов А.З.

Гусейнова А.Ш.

Абдулмуталимова Т.О.

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

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

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

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

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

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

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

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdnrcran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ КОМПЛЕКСАХ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА (ПЛАТФОРМЕННАЯ ЧАСТЬ) ЮГА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Меликов М.М., Шульгина Т.А.</i>	4
ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНА НА ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ <i>Идрисов И.А., Черкашин В.И.</i>	13
ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НОВОКАСПИЙСКОЙ ТЕРРАСЫ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ОАО «НЕФТЕПРОДУКТ» <i>Кондаков В.М., Ибаев Ж.Г., Мамаев А.С., Кондакова Н.В.</i>	20
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБОРОТНОГО СЕЛЕКТИВНОГО ВОДОЗАБОРНОГО ПРОЦЕССА В ДВУХСЛОЙНОМ СТРАТИФИЦИРОВАННОМ ВОДОЕМЕ ПРИ СИНХРОННОМ ЗАБОРЕ ВОДЫ ИЗ ОБОИХ СЛОЕВ <i>Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И.</i>	33
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА <i>Газалиев И.М.</i>	45
ФЕНОЛЫ И НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ <i>Абдулганиева Т.И., Самедов Ш.Г.</i>	51
АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ ПУНКТЕ ТУРАЛИ ЗА 2012 – 2016 гг. <i>Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г.</i>	55
ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И СМЕЖНЫХ РАЙОНОВ В ПЕРИОД 2013–17 гг. <i>Асекова З.О.</i>	66
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГРАДАЦИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ ДАГЕСТАНА И СМЕЖНЫХ РАЙОНОВ <i>Асманов О.А.</i>	71
СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН АЗЕРБАЙДЖАНА, ГРУЗИИ И ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В 2017 г. <i>Павличенко И.Н.</i>	79
ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ, АРГИЛЛИТОВЫХ ГЛИН, КРЕМНЕЗЕМИСТОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ <i>Тотурбиев¹ Б. Д., Мамаев¹ С.А., Тотурбиева² У.Д.</i>	87

УДК 551.263

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-4-12

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ
КОМПЛЕКСАХ ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА (ПЛАТФОРМЕННАЯ ЧАСТЬ)
ЮГА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Меликов М.М., Шульгина Т.А.

Институт геологии ДНЦ РАН

В данной работе приводится характеристика нефтегазоносных комплексов Прикумской нефтегазоносной области (ПНГО), а также их стратиграфическое размещение, общее количество скважин и залежей и их фазовое составляющее. Рассматриваются также вопросы геосинергетики при прогнозировании фазового состояния в недрах перспективных структур; закономерности формирования залежей углеводородов глубоких горизонтов на примере триасовых отложений.

Ключевые слова: метабенез, катабенез, фазовое состояние, синергетика, синергетический параметр, стратиграфия, комплекс, залежь, нефть.

THE FORMATION OF HYDROCARBON RESERVOIRS IN DEEP COMPLEXES
OF DAGESTANSKO-SECTOR (PLATFORM PART) SOUTH EAST CAUCASUS

Melikov M.M., Shulgina T.A.

Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences

This paper presents the characteristics of the oil and gas complexes of the Prikumsky oil and gas region (PNGO), as well as their stratigraphic location, the total number of wells and deposits and their phase component. Geosynergetics issues are also considered when predicting the phase state in the depths of promising structures; regularities of the formation of hydrocarbon deposits of deep horizons on the example of Triassic deposits.

Keywords: metagenesis, catagenesis, phase state, synergetic, synergistic parameter, stratigraphy, complex, deposit, oil.

По наметившейся тенденции проникновения геологоразведочных работ на большие глубины, приводящие к росту затрат на выявление новых перспективных объектов, свидетельствует современное состояние развития нефтегазодобывающего комплекса в России

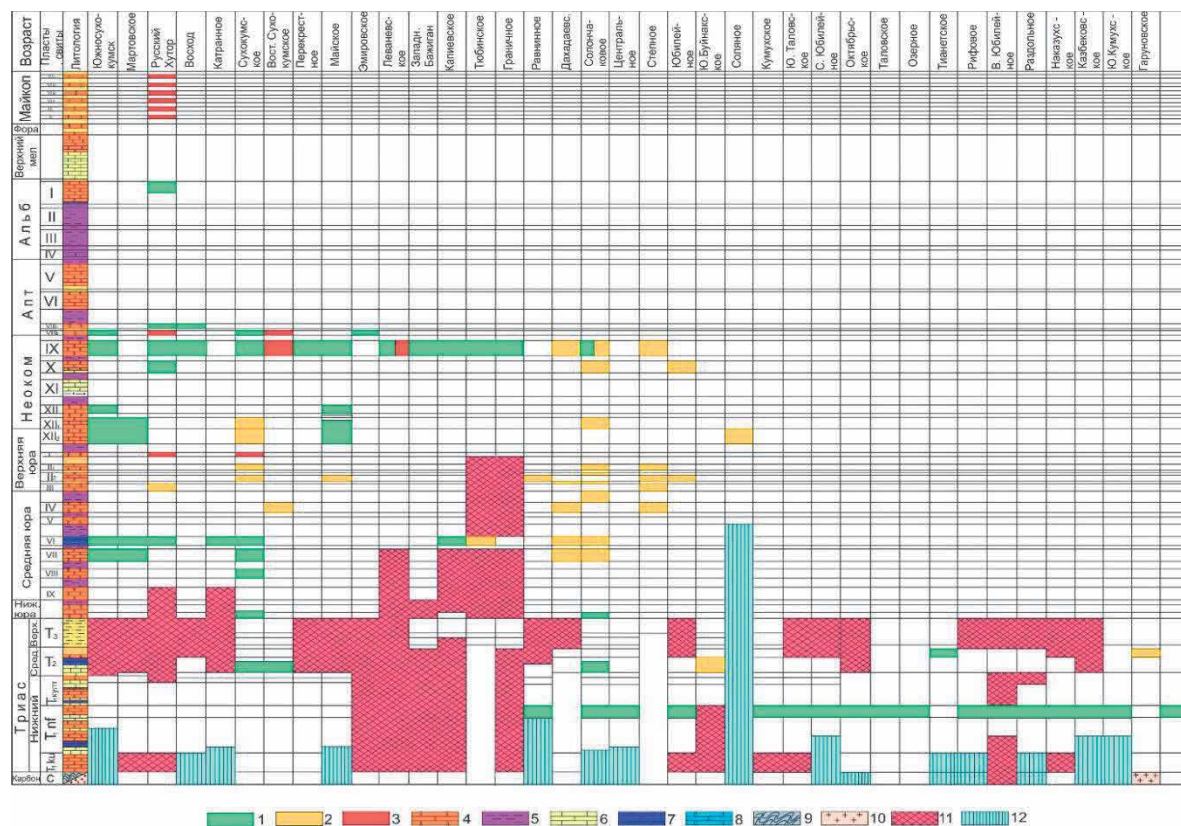
Изучение закономерностей размещения и условий формирования залежей УВ на больших глубинах имеет важное значение. Естественно, что геосинергетика (термо-барические, физико-химические, геолого-тектонические условия) больших глубин главным образом и определяет особенности скопления, формирования и сохранности залежей УВ. При этом следует учитывать общую зональность распределения УВ по площади и разрезу в конкретном нефтегазоносном бассейне, которая зависит от характера распространения природных резервуаров и экранирующих толщ, а также от приуроченности УВ к различным геолого-структурным элементам: платформенный чехол, переходный комплекс, фундамент и т.д. и т.п.

С позиций синергетики планета Земля является нелинейной открытой динамической самоорганизующейся системой, в которой глобальные процессы самоорганизации необратимо развиваются вот уже в течение более 4 млрд лет [1].

Процессы нефтегазообразования, миграции, скопления, сохранения и разрушения не являются исключением в этом плане.

В Дагестане, с учетом особенностей геологического строения, условий их тектонического развития, однотипности структур и нефтегазоносности комплексов отложений, выделены два нефтегазоносных района: Терско-Кумский и Предгорный Дагестан, между которыми расположена перспективная, в нефтегазоносном отношении, Терско-Сулакская низменность. Последние в системе подразделений нефтегазогеологического районирования относятся к Прикумской и Терско-Каспийской нефтегазоносным областям, входящим в состав Средне-Каспийского нефтегазоносного бассейна (И.О. Брод и др.).

В Прикумской области нефтегазоносными являются интервалы отложений от триаса до олигоцена (Рис.1., табл.1). Предгорный Дагестан и продуктивность олигоценовых отложений нами здесь не рассматриваются [2].



- 1 – нефтяные залежи; 2 – газоконденсатные залежи; 3 – газовые залежи; 4 – песчаники; 5 – аргиллиты песчанистые; 6 – известняки; 7 – мергели; 8 – доломиты; 9 – метаморфизованные сланцы фундамента; 10 – граниты; 11 – отложения отсутствуют; 12 – отложения не вскрыты

Рис. 1. Схема стратиграфического размещения залежей нефти и газа Терско-Кумского нефтегазоносного района [3].

В Дагестане пробурено около сотен параметрических и разведочных скважин глубиной более 4 тыс. метров, в число которых 25 скв. – более 4 тыс. м и 10 скв. – более 5 тыс.м.

Самая глубокая скважина в Дагестане – Кочубеевская-2, которая вскрыла отложения карбона на глубине 6030м [2].

Таблица 1

Характеристика нефтегазоносных комплексов Терско-Кумского нефтегазоносного бассейна

<i>Нефтегазоносные комплексы</i>	<i>Литологический состав слагающих пород</i>	<i>Резервуары и покрышки</i>	<i>Нефтегазоносность</i>
Альб-аптский	Глины, песчаники, алевролиты	Серия пластовых резервуаров и покрышек	Залежи нефти, газа, газоконденсата
Неоком-верхнеюрский	Известняки, доломиты, песчаники с прослоями глин.	Серия пластовых резервуаров (Равнинный Дагеста	Залежи нефти, газа, газоконденсата
Средне-нижнеюрский	Глины, алевролиты, песчаники с преобладанием песчано-алевролитовых пород нижней части разреза.	Серия региональных пластовых резервуаров с улучшенными коллекторскими свойствами и покрышками	Залежи нефти и газа в Терско-Кумском нефтегазоносном районе.
Триасовый	В верхней части – аргиллиты с прослоями алевролитов, в нижней – известняки и доломиты.	Пластовые и массивные резервуары, характеризующиеся литологической изменчивостью, перекрытые непроницаемы-ми покрышками	Залежи нефти и газоконденсата в Терско-Кумском нефтегазоносном районе

Совместно с данными сейсморазведки КМПВ и ОГТ это позволяет в определенной мере раскрыть особенности строения и нефтегазоносности глубокозалегающих толщ. На глубинах более 4 тыс. м развиты, в основном триасовые и юрские отложения, а на юге, ближе к Терско-Каспийскому прогибу – меловые и палеогеновые.

Всего в Дагестане открыто 54 месторождения, из них – 38 (включая и Новая Надежда) в ПНГО и 16 – в Предгорном Дагестане. Общее количество залежей – 140, из них нефтяных – 59, газоконденсатных – 26, газовых – 9, нефтегазоконденсатных – 9 и газонефтяных – 2 (табл.1). Нефтяные залежи распространены по всему разрезу в интервалах глубин от 0,5 – 5 км. В ПНГО нефтяные и газоконденсатные залежи расположены в интервалах глубин 3-4,5 км, соответствующие температурам 100-170°C. Здесь газовые залежи встречены на глубине более 5 км, при температуре 175°C (Комсомольская площадь) [2-3].

Около 50% всех прогнозных запасов нефти и газа Дагестана приходится на интервалы глубин 5-7 км. Относительно низкой остается степень геологической изученности глубокозалегающих зон с точки зрения нефтегазоносности. На глубины 4-5 км приходится около 10-12% от всех выявленных промышленных скоплений в ПНГО, где находятся 6 залежей – газоконденсатная (Южно-Буйнакская) и две нефтяные (Юбилейная, Восточно-Сухокумск) – в триасовых отложениях, одна нефтяная (Солончаковая) – в нижнеюрских и две газоконденсатные – в доломитах мальма (Соляная) и песчаниках средней юры (Комсомольская).

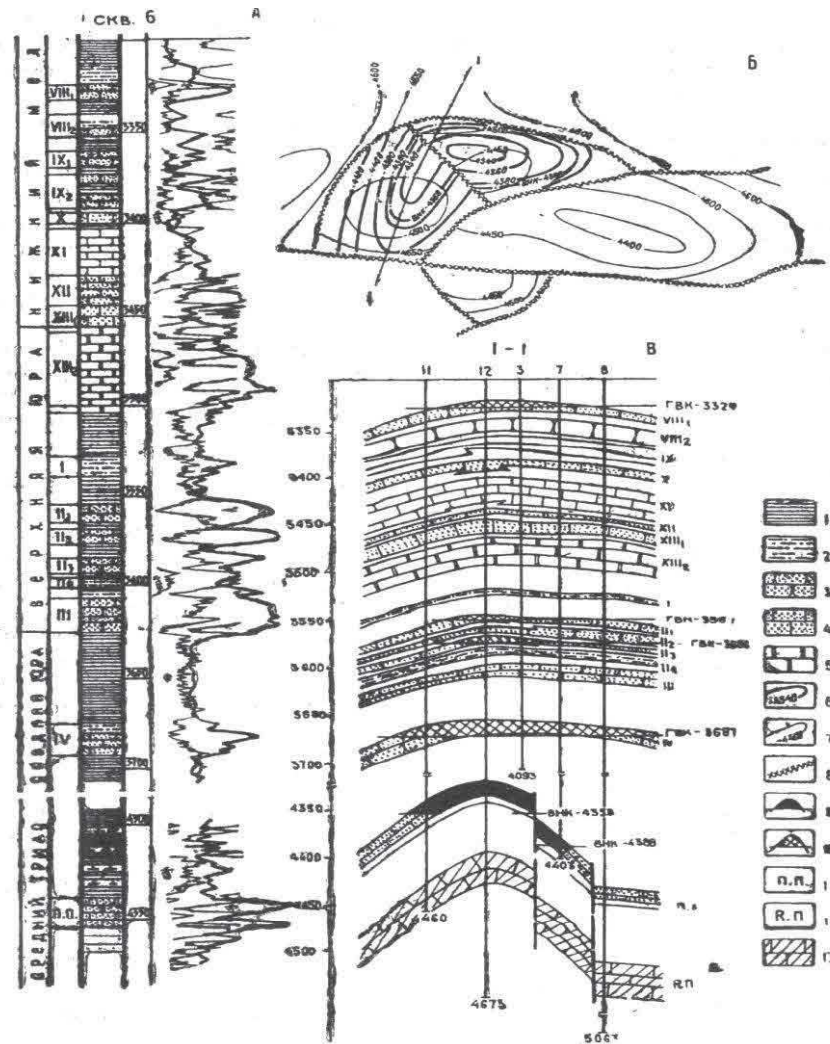
В связи с установлением нефтегазоносности в триасовых отложениях и открытием в Дагестане в 1973-75 гг., перспективы их освоения представляются актуальными. Триасовые отложения характеризуются разнообразием литологического состава пород (карбонатные терригенные эффузивные) и значительной их фациальной изменчивостью в плане и разрезе, подстилающиеся повсеместно дислоцированными сланцами карбона и палеозойскими гранитами, образующими фундамент, и перекрываются платформенными образованиями нижней и средней юры. Глубина залегания триасовых отложений составляет на западе ПНГО 3,5 км, на востоке – 6,5 и более км. Весьма сложное геологическое строение, положение между фундаментом и платформенным чехлом определили переходные условия развития этого комплекса: от геосинклинальных – к платформенным, что отразилось на пространственном размещении в них УВ [2-4]. В Равнинном Дагестане основными структурными элементами по поверхности фундамента являются субширотные: Прикумский мегавал, Восточно-Манычский и Терско-Каспийский прогибы. Прикумский мегавал осложняется элементами более низкого порядка С-В простириания: Таловским и Кочубеевско-Тарумовским выступами и приморской впадиной.

Образование горстов и грабенов шло на ранней тафrogenной стадии развития триасового осадочного бассейна в предпозднепермское время, связанное с дроблением пород фундамента и растяжением его блоков в связи с общим подъемом и внедрением ксенолитов – гранитных интрузий. Последние заполнялись продуктами разрушения гранитов и пород палеозоя (куманская свита), а в последующем и морскими карбонатными осадками (нефтекумская свита). Резкий подъем территории в предолёкский век привело к частичному, а на отдельных участках – полному размыву накопившихся осадков. Оленекское и среднетриасовое времена характеризуются формированием терригенно-карбонатных осадков, более обогащенных ОВ и битумоидами. В поздне-триасовое время происходят больше процессы воздымания, погружение, активизируется эффузивная деятельность с широким развитием разрывной тектоники. В это же время происходит частичное или полное разрушение образовавшихся отложений с формированием в конце периода собственно платформенного чехла. Общая мощность всех накопленных осадков за это время изменяется от 0 до 2500 и более м [4-5].

Далее акцентируем внимание на характеристике основных промышленных скоплений УВ в триасовых отложениях.

Восточно-Сухокумское (Рис.2) нефтяное месторождение приурочено к Таловскому выступу, у которой размеры структуры по триасовым отложениям составляет 2х3,6 км, при высоте – 95. Залежь приурочена к анизийским отложениям, глубина залегания – 4350-4392 м. Дебит

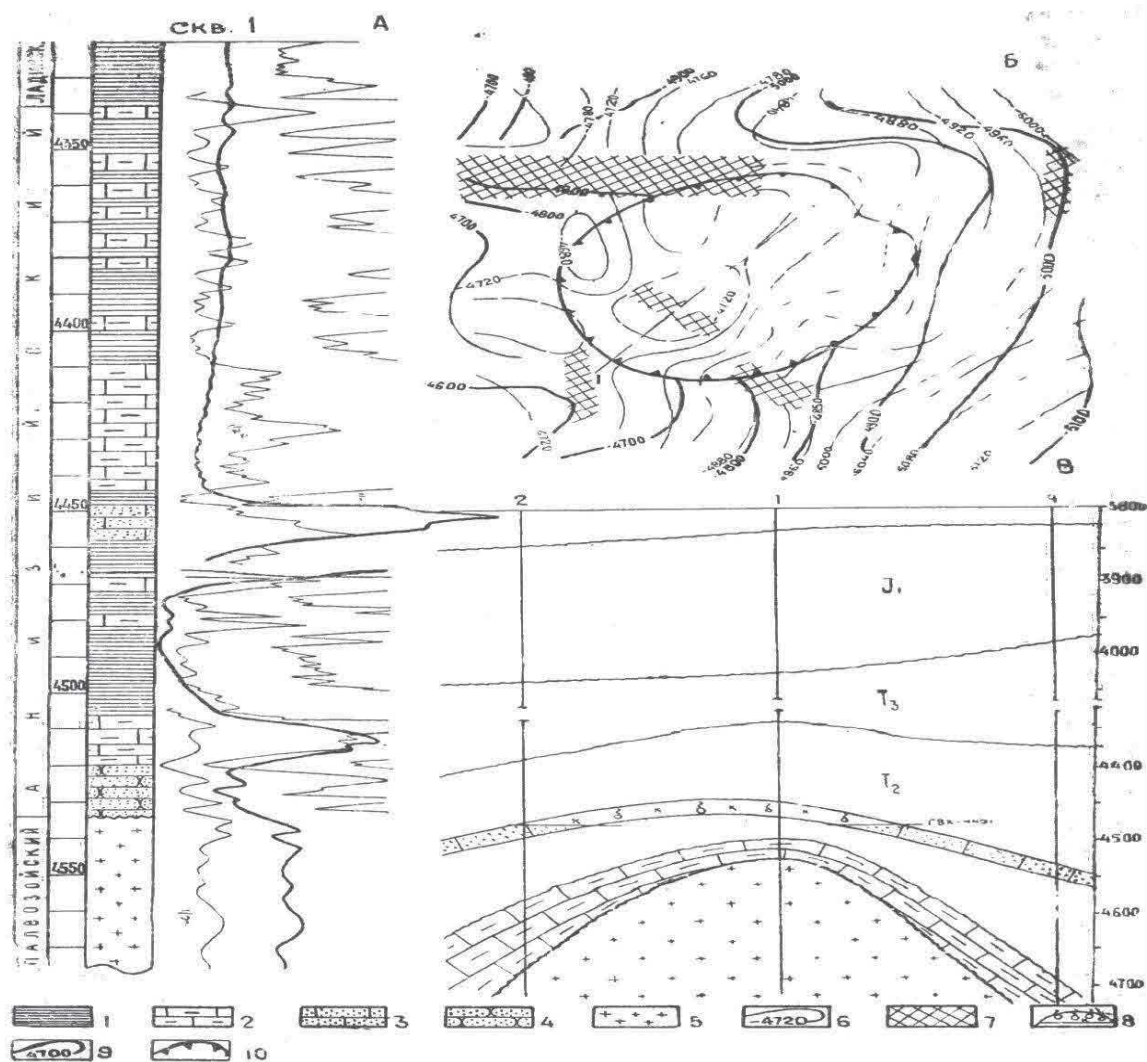
нефти составлял 438 м³/сут., высота залежи – до 80 м, покрывкой является толща глинисто-карбонатных пород среднего и частично верхнего триаса, мощностью – 270 м. Нефти как, Восточно-Сухо-кумского так и Юбилейного месторождений недонасыщены газом (ГФ – 90-100 м³/м³). Начальные пластовые давления 506 и 464 ат. соответственно превышают давление насыщения на 305 и 194 ат. Пластовые температуры 152-160°С. в разрезе платформенного чехла, сложенных юрскими и меловыми отложениями этих месторождений установлены небольшие по размерам – 1,5×2 км при высоте до 15м пластово-сводовые залежи газоконденсата [6].



А – геолого-геофизический разрез продуктивной части нижнемеловых, юрских и триассовых отложений; Б – структурная карта; В – профильный геологический разрез; 1- аргиллиты; 2-алевролиты; 3- песчаник; 4- известняки песчанистые; 5- доломиты; 6-изогипсы поверхности продуктивной пачки анизийского яруса; 7-изогипсы отражающего сейсмического горизонта «Г»; 8- зоны тектонических нарушений; 9- нефтяная залежь; 10-газоконденсатная залежь; 11-продуктивная пачка анизийского яруса; 12-реперная пачка в подошве анизийского яруса; 13- известняки глинистые.

Рис.2. Месторождение Восточно-Сухокумское [2-3].

Юбилейное нефтяное (Рис.3) месторождение расположено в восточной части ПНГО, в структурном отношении которое приурочено к локальному поднятию Таловского выступа фундамента. Размеры поднятия по оленекским отложениям составляет 2,5×4,5 км, амплитуда – до 70 м., коллектором являются трещинно-поровые известняки нижнего триаса (пористость – 16%, проницаемость – 80-117мд). Дебит нефти в скв.7 (инт. 4540-4545 м) составил 256 т/сут через 10 мм штуцер. Залежь – массивного типа, экранируется глинисто-карбонатными породами нижнего и среднего триаса, мощность которых составляет 115 м, размеры ее – 2,5×4,0 км при высоте – 60 м.



А—геолого-геофизический разрез триассовых отложений;
 Б – структурная карта по отражающему сейсмическому горизонту «Т»;
 В – профильный геологический разрез; 1- аргиллиты; 2- известняки; 3- известняки песчаные;
 4-песчаники; 5-граниты; 6-изогипсы отражающего сейсмического горизонта; 7-зоны потери корреляции;
 8-газоконденсатная залежь; 9-реперная пачка анизийского яруса; 10-границы палеозоя.

Рис.4. Месторождение Южно-Буйнакское [2-3]

Нефти месторождений *Восточно-Сухокумское* и *Юбилейное* по физико-химическим характеристикам близки между собой, являющимися легкими, малосернистыми, малосмолистыми, высокопарафинистыми. Нефти Сухокумской разрушенной залежи (3750 м) тяжелые (0,892), в некоторых значительно снижено содержание легких фракций (26%) и повышенное количество смол и асфальтенов (21,8%). В нефтях относительно погруженных триассовых отложений (5050 м, Северный Кочубей-1) сниженное количество смол и асфальтенов, составляющие до 0,78% и увеличенное содержание светлых фракций (60%). Сравнение физико-химических свойств нефтей триассовых и юрских отложений западной части ПНГО (Сухокумский район) свидетельствует об их близости между собой и существующую гидродинамическую связь между этими комплексами вплоть до байосского регионального флюидоупора [2-3].

Триассовые отложения на востоке ПНГО выделяются как самостоятельный этаж нефтегазоносности, в которых размеры залежей значительно превышают таковые платформенного чехла. В отличие от переходного комплекса, где в основном нефтяные скопления, в юрском выявлены газоконденсатные залежи с высоким содержанием ароматики (56%), что превышает в 5

раз их количество в триасовых нефтях. На формирование многопластовых месторождений платформенного чехла и здесь отводится значительная роль вертикальной миграции газообразных УВ из нефтяных скоплений переходного комплекса, что привело к значительной их дегазации. Расположенные над триасовыми нефтяными залежами скопления газа в юрских отложениях содержат, как правило 10-28%, гомологов метана, что указывает на их нефтяную природу. Кроме того, нефти триаса на 0,6% обогащены изотопом C^{12} (-3,14) в отличие от нефтей средней юры (-2,47). Все это свидетельствует о самостоятельности характера УВ в триасовом комплексе. Естественно, что вопрос об их сингенетичности или эпигенетичности приобретает практическую значимость.

С точки зрения истории развития поисков на глубину наблюдалось и постепенное «одревнение» главных нефте-газопроизводящих толщ. В последние годы в качестве такой толщи, питающей УВ глубокозалегающие горизонты, ряд исследователей рассматривают нижне-среднеюрские отложения, с развитием в них преимущественных процессов газообразования в складчатых районах и нефтеобразования – в платформенных. Триасовые отложения не уступают, а в отдельных случаях и превосходят нефте-газопроизводящий потенциал юрских отложений, подтверждающийся балансом распределения ОВ и соответственно битумоидов. Для триасового осадочно-породного бассейна (в пределах ПНГО Дагестана) содержание ОВ в породах составляет $256 \cdot 10^9$ т, для среднеюрского – $149 \cdot 10^9$ т, и апт-альбского – $104 \cdot 10^9$ т. В триасовых отложениях наиболее высокими нефтегазопроизводящими свойствами обладают глинисто-карбонатные разности нижнего и среднего триаса [4]. Считать среднеюрские отложения основной нефте-газогенерирующей толщей т.е. и для комплекса, тем самым рассчитывать на нахождение на больших глубинах в триасовых отложениях только мелких скоплений УВ - части от целого. Но то, что уже открыто в триасовом комплексе больше похоже на целое, часть которого перешла в платформенный чехол. При сравнении физико-химических характеристик УВ триасовых и юрских отложений больше данных, подтверждающих их миграцию из переходного комплекса в платформенный чехол, но не наоборот, как это представлялось рядом исследователей на первом этапе исследования триасовых отложений [5].

По соотношению УВ различного фазового состава в резервуаре отмечается следующее. Обычно там, где в триасе обнаружены недонасыщенные нефти, в юрских отложениях наблюдается газоконденсаты и наоборот, если в триасе будут выявлены газоконденсаты и газы, т.е. экраннующие свойства покрышек над ними высокие, вероятность обнаружения нефтяных скоплений в юрских отложениях снижается. Исходя из этого можно прогнозировать при благоприятных структурных условиях наличие нефти в триасе на площадях Солончаковая и Комсомольская, где в юре выявлены газоконденсаты с большим количеством ароматики (59%), что характерное для флюидов юры, образовавшихся в условиях их изолированности от триасовых отложений.

Катагенез ОВ является одним из важных факторов, влияющих на размещение и состояние УВ в недрах. Для образования и сохранности нефти наиболее благоприятно ОВ на стадиях мезокатагенеза ($МК_{1-4}$), что нашло отражение в понятиях ГФН и ГЗН, раскрывающих положение о времени и пространстве основного процесса нефтеобразования. [7]. Для определения степени катогенетических изменений ОВ и вмещающих пород был использован метод суммарного импульса тепла (Н.В. Лопатин, 1971). Основные нефтегазоматеринские толщи (нижний триас, байос) были подвергнуты палеорекострукциям по разрезам месторождений: Русский Хутор, Сухокумск – на западе и Северный Кочубей – на востоке.

В оленекских отложениях проявление ГФН началось на востоке с поздней юры и продолжилось до палеоцена, на западе – с позднего мела на Русском Хуторе и с олигоцена – на Южно-Сухокумске и продолжалось до плиоцена на обеих площадях. В настоящее время степень превращенности ОВ отвечает грациям $МК_4$ – на западе и $МК_5$ - $АК_1$ катагенеза – на востоке, что соответствует фазам конденсатов и позднего метанообразования по Н.Б. Вассоевичу [8]. В

байосских аргиллитах ГФН начинается на Южно-Сухокумске с олигоцена, продолжается и ныне (степень катагенеза ОВ - МК₃) на Сев.Кочубее и Русском Хуторе – с палеоцена по плиоцен при одинаковых геотермических условиях (70-102°C), но на разных глубинах (1,0 и 1,4 км соответственно), связанное с аномальной прогремостью недр Русского Хутора в связи с наличием здесь гранитного массива.

На наш взгляд при рассмотрении вопросов мета-катагенеза, прогноза и других процессов формирования и/или переформирования фазовых составляющих УВ, необходимо учитывать геосинергетический параметр (термобарический коэффициент). Этот коэффициент играет роль инверсионного режима в превращении нефтяных залежей в нефтегазоконденсатные с целью их прогноза скопления в недрах перспективных структур Предгорного Дагестана, которые в последующие годы прогнозы подтвердились [9].

Нижнетриасовые отложения в наиболее погруженных участках Восточно-Маньчского прогиба и Приморской впадины, где мощности триасовых отложений достигает 3 км в доплатформенный этап развития, могли находиться на начальных стадиях ГФН (МК₁₋₂) и продуцировать жидкие УВ. Газообразные УВ стадий протокатагенеза были, видимо, полностью уничтожены в предюрское время, когда перерыв в осадконакоплении достигал на западе ПНГО – 20 млн. лет, на востоке степень размыва была значительно меньше, что и обеспечило лучшую сохранность здесь УВ и значительную их газонасыщенность.

Нижний предел нефтеносности улавливается по степени катагенеза ОВ и осадочных пород, т.е. в начале процесса серитизации и происходит замещение аргиллитов аспидным сланцами, соответствующие стадии апокатагенеза (АК₁₋₂). На этих стадиях находятся сланцы карбона ПНГО и лейаса – Нагорного Дагестана, где в зонах повышенной трещиноватости пород могут быть встречены скопления, в основном, метановых газов. Для ПНГО залежи нефти сосредоточены, в основном, в интервалах температур 100-170°C, при температуре 175°C встречены скопления газа (Комсомольская). Исходя из глубин залегания изотермы 170°-180°C, положение нижней границы зоны нефтеносности будет различно: ПНГО для выступов фундамента – 4,3-4,8 км, для прогибов – 5,3 км, для платформенного склона Терско-Каспийского прогиба – 5,8 км, и его осевой части до 7,5 км. То, что на больших глубинах можно ожидать нефтяные скопления, указывают данные битуминологических исследований. Для песчано-алевролитовых и аргиллитовых разностей средней юры и триаса выделяются две зоны повышенной битуминозности – верхняя в интервале глубин 3-4 км, совпадающие с зоной распространения основных скоплений нефти в ПНГО, и нижняя – на глубине, составляющее более 5 км.

Осадочные породы с низким содержанием битумоидов и повышенной концентрацией ОВ гумусового состава в жестких термобарических условиях приобретают способность вновь продуцировать УВ с преобладанием в основном газообразных компонентов. Образование газа из угольной органики Восточного Предкавказья убедительно показано исследованиями В.И. Ермакова (1972), на что указывают многочисленные газовые струи Нагорного Дагестана. Количество газа только из одного Цушарского газопоявления с дебитом 50 м³/сут. при наличии над ним экрана могло обеспечить скопления газа с запасами (18-20 млрд. м³), превышающие таковые месторождения Шамхал-Булак. Источником поступления газа в природные резервуары переходного комплекса и нижней части платформенного чехла могут быть и каменноугольные сланцы с содержанием РОВ до 3% и наличием концентрированной угольной органики. Эти сланцы могли реализовать свои газогенерирующие возможности на больших глубинах или в пределах выступов фундамента или очагов внедрения гранитов, где тепло является дополнительным источником выделения из ОВ летучих его компонентов.

В качестве основных зон нефтегазообразования рассматриваются местные впадины с максимальным развитием нижнемезозойских и палеозойских образований, такие как Восточно-Маньчские и Приморская. В позднеюрское время в нижнемезозойских отложениях здесь были до-

стигнуты соответствующие условия для образования УВ и их миграции в зоны нефтегазонакопления, например, – Озексуатскую, Талавскую и др. В юрское время, начавшееся формирование скоплений УВ в переходном комплексе, привело к значительному их рассеиванию и перераспределению газообразных компонентов на более поздних этапах формирования в вышезалегающие горизонты платформенного чехла, что определило в принципе газоконденсатный характер залежей, особенно восточной части ПНГО и снижение газонасыщенности нефтей триасовых отложений [6]. Исключение составляет Южно-Буйнакская газоконденсатная залежь, расположенная в пределах гранитного выступа, в условиях дополнительного подтока тепла (аналогично Русскому Хутору). Наличие в триасовом комплексе природных резервуаров и покрышек способствовало реализации генерирующих свойств пород и образованию скоплений УВ и их сохранности в наиболее благоприятных условиях. Глубокозалегающие отложения отличаются по сравнению с вышележащими и большим ареалом нефтегазоносности, перспективы их возрастают в восточных районах ПНГО, где они характеризуются высокими емкостными свойствами и надежными флюидоупорами.

Таким образом, при прогнозировании фазового состояния скоплений УВ в недрах перспективных структур следует учитывать геосинергетический параметр. В целом, по Дагестану глубокозалегающие комплексы можно охарактеризовать как комплексы, обладающие значительными потенциальными возможностями и открытия в них новых месторождений УВ, которые в первую очередь необходимо связывать в ПНГО с триасовыми и юрскими, в Терско-Каспийском прогибе – с юрскими, меловыми и плиоцен-миоценовыми отложениями.

Литература

1. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. - Новосибирск: Наука, 1992. - 232 с.
2. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А., Алиев Р.М., Серебряков В.А. Геология нефтегазовых месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря. Махачкала-2001, 297 с.
3. Мирзоев Д.А., Шарафутдинов Ф.Г. Геология месторождений нефти и газа Дагестана. Махачкала, 1986. 305 с.
4. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А., Шапиев Д.Ш. Анализ результатов и пути повышения эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ в верхнемеловых отложениях Дагестана // Геология и нефтегазоносность мезозойских отложений Дагестана. ИГ Даг. ФАН СССР., 1984. Вып.30.
5. Юдин Г.Т. Зоны нефтегазонакопления Предкавказья. Изд-во «Наука» М., 1977, 85с. 4. Закономерности размещения и условия формирования залежей и газа Предкавказья. М., «Недра» 1980, 208 с.
6. Мирзоев Д.А. Условия формирования и размещения залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Прикумской области. Труды ВНИГНИ, вып.100, 1970 С 38-43.
7. Соколов Б.А. Новые идеи в геологии нефти и газа. Избр. Тр. Изд-во МГУ, 2001. 479 с.
8. Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти. Изв. АН СССР, серия геология, №11, 1967. 189с.
9. Резников А.Н. Геосинергетика нефти и газа. Ростов-на-Дону, 2008. 303с.

УДК 551.89

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-13-19

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНА НА ВОСТОЧНОМ КАВКАЗЕ

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

На Восточном Кавказе широко развиты разнообразные и разновозрастные группы плейстоценовых отложений. При этом наиболее исследованы отложения неоплейстоцена, которые формируют серию морских террас вдоль берегов моря. Более древние отложения эоплейстоцена исследованы относительно слабо. Однако их исследованию следует уделить основное внимание, как в связи с необходимостью уточнения нижней границы плейстоцена, так и в связи с исследованиями самых ранних этапов человеческой истории. В регионе выявлено большое число пунктов раннего палеолита возрастом более 1 млн. лет, однако геологическое изучение этих пунктов существенно отстает от археологических. В регионе плейстоценовые отложения слагают обширные территории, в том числе в виде многочисленных обнажений в предгорном Дагестане, обусловленных спецификой тектоники региона. Для отложений характерна значительная мощность (более 1000 м). Представлены все этапы плейстоцена и прилегающей части плиоцена. Отложения характеризуются значительным фациальным разнообразием, включая морские, аллювиальные, лессовые, озерные и другие. Ярko представлены и разнообразные формы рельефа созданные в антропогене, в том числе интенсивно формирующиеся в настоящее время.

Ключевые слова: четвертичная геология, палеогеография, стратиграфия, плейстоцен, Кавказ, Прикаспийская низменность.

PERSPECTIVES FOR THE STUDY OF PLEISTOCENE IN THE EASTERN CAUCASUS

Idrisov I.A., Cherkashin V.I.
Institute of Geology Dagestan scientific center of RAS

In the Eastern Caucasus widespread diverse and intergenerational group from the Pleistocene of the proposals. At the same time, the most studied are the deposits of Neopleistocene, which form a series of sea terraces along the shores of the sea. More ancient deposits of Eopleistocene have been investigated relatively poorly. However, their study should focus on both the need to clarify the lower edge of the Pleistocene, and in connection with the study of the earliest stages of human history. In the region identified to a large number of points early Paleolithic age more than 1 million years, however, the geological study of these points is far behind archaeological. In the region, Pleistocene deposits form vast territories, including in the form of numerous outcrops in the foothills of Dagestan caused by the tectonics of the region. For deposits characterized by a significant power (more than 1000m). All stages of the Pleistocene and the adjacent Pliocene are presented. Sediments are characterized by significant facies diversity including marine, alluvial, loess, lake and others. Clearly presented and a variety of landforms created in the Quaternary, including the intensively evolving at the present time.

Keyword: Quaternary Geology, paleogeography, stratigraphy, Pleistocene, Caucasus, Caspian lowland.

Современный этап развития природной среды Дагестана (четвертичный) отличается многочисленными уникальными особенностями. Наиболее ярким из них являются: чрезвычайная динамичность изменений природных условий, а также возникновение и развитие человечества. Взаимное влияние этих особенностей во многом определяет пристальное внимание исследователей к различным аспектам изучения четвертичного периода, а также выделению специализированной научной дисциплины – четвертичной геологии.

Важность исследований плейстоцена (синонимы четвертичный период и антропоген) в том, что существующие сейчас особенности природных объектов (рельеф, речная сеть, флора и фауны, почвы и ландшафты, Каспийское море, горные системы) в течение периода претерпевали длительную и сложную историю развития. Это во многом определяет современное состояние этих объектов, а также возможное изменение их в будущем.

Отложения плейстоцена для большей части территории региона служат источником строительных материалов (добыча гравия, глины, песка). На четвертичных отложениях (морских или дельтовых отложениях, а также на речных террасах в горной и предгорной зонах) построены практически все крупные населенные пункты региона. Активные процессы развития геосистем

в четвертичное время, характерные для Восточного Кавказа, определяют то, что здесь происходят опасные геологические процессы (оползни, обвалы, наводнения, сели, сейсмические события и др.). Эти процессы наносят, и будут наносить значительный ущерб, минимизация которого зависит от познания истории их развития в прошлом.

Четвертичные отложения Дагестана представлены разнообразными и уникальными объектами: морскими и речными террасами, донными осадками, береговыми отложениями, лёссово-почвенными отложениями, уникальными песчаными массивами (Сарыкум). Здесь находятся стратотипы морских и континентальных отложений, изучение которых имеет межрегиональное и глобальное значение. Особую роль в этом вопросе играет изучение истории развития Каспийского моря, которое имеет общемировое значение. Горная часть Дагестана отличается чрезвычайно большой глубиной эрозионного расчленения, обнаженностью рельефа для которого характерно чрезвычайно многообразие различных форм (от типичного альпийского рельефа, до аридных бэдлендов и глинистого карста) сформировавшихся в течение четвертичного времени. Кроме этого подобные разнообразные объекты находятся относительно близко друг от друга, что позволяет проводить комплексные исследования и сопоставление полученных данных. Показательно, что Дагестан в силу подобных благоприятных особенностей издавна привлекал многих ученых-исследователей различных направлений и является полигоном для изучения разнообразных особенностей развития природной среды региона. На его территории собирался и собирается обширный материал, по динамике различных компонентов природной среды в плейстоцене.

Регион Каспийского моря был и остается основой для палеогеографических исследований как для бывшего СССР, так и для современной России (Шкатова, 2013). При этом палеогеографические исследования плейстоцена Каспийского моря отличаются крайней неоднородностью. Имеются многочисленные исследования поздних этапов плейстоцена (Федоров, 1957; Невеская, 1958; Векилов, 1969; Ализаде, 1973; Менабде, 1989; Рычагов, 1997; Янина, 2012 и др.). Это во многом связано с тем, что в течение длительного времени под плейстоценом отечественные исследователи понимали именно поздние этапы, и их изучению уделялось основное внимание. При этом ранние этапы плейстоцена (в частности акчагыльский и апшеронский) также изучались и по ним имеются специальные исследования (Султанов, 1964; Ализаде, 1973; Трубихин, 1977; Чепалыга, 1980; Данукалова, 1996). Существенное понижение нижней границы плейстоцена от 0,8 до 2,6 млн лет и увеличение его объема более чем в три раза, не сопровождалось сопоставимым ростом исследований ранних этапов плейстоцена. В том числе, это было связано с тем, что в современной России площади, занимаемые отложениями апшеронского или акчагыльского ярусов имеют ограниченное распространение и мощности первые десятки метров, при этом даже по таким отложениям проводятся исследования (Данукалова, 2014). Изучение коррелируемых с ними отложений других бассейнов, равно как и континентальных отложений безусловно не может в полной мере решить комплекс палеогеографических задач, стоящих на современном этапе исследований плейстоцена.

При этом для территории Дагестана, особенно для переходной от равнин к горам зоне отложения ранних этапов плейстоцена широко развиты. В частности на геологической карте региона породы акчагыла и апшерона занимают в регионе более тысячи квадратных километров (рис. 1). Мощность наиболее представительных разрезов вскрываемых в бассейне реки Рубас достигает 300-400 м.

Существует обширный комплекс работ, посвященных изучению преимущественно континентальных толщ Прикаспия и регионов окружающих Кавказ (Громов, 1948; Лебедева, 1978; Вангенгейм и др., 1991 и др.). В последнее время появились новые данные и методики, позволяющие изучать геологические разрезы на новом научно-методическом уровне. Также существенно расширился объем данных получаемых с пунктов находок фауны ранних этапов плейстоцена за счет исследования в них археологических артефактов. При этом следует отметить

В этой связи, выделение стратиграфических комплексов (для морских и континентальных отложений) в пределах одного геологического разреза представляется важнейшей научной задачей и к настоящему времени в рассматриваемом регионе не проводилась.

Большие возможности связаны с изучением истории развития рельефа Восточного Кавказа. В этом направлении проделана большая работа и в целом установлены особенности формирования береговой зоны моря (Леонтьев и др., 1977). Исследованы некоторые особенности строения речных долин региона (Кожевников, 1989). Однако новые исследования показывают, что многие вопросы геоморфологии региона остались не исследованными, а ряд сделанных ранее выводов нуждается в существенном пересмотре.

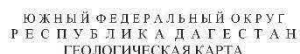


Рис. 1. Геологическая карта Дагестана

Особенно значимым является междисциплинарный аспект исследований отложений антропогена Восточного Кавказа и большое значение изучения геологической истории региона для таких наук как археология, биология, почвоведение.

Для России можно отметить два крупных региона, где проводятся исследования ранних этапов палеолита. Один на Восточном Кавказе (Дагестан) (Амирханов, 2007; Деревянко, 2009; Таймазов, 2012; Amirkhanov et al, 2014; Анойкин, 2017 и др.) второй на Западном Кавказе и Предкавказье (Тамань) (Кулаков и др., 2003; Щелинский, 2014). Здесь выделено множество разновозрастных пунктов – стоянок людей первых поселенцев Евразии. При этом для отложений Таманского полуострова геологический контекст находок неясен и сопровождается оживленной научной дискуссией. Схожие данные имеются и для прилегающей территории Крыма. Для Восточного Кавказа имеются находки артефактов как в горной части в континентальных отложениях, так и на равнине, где они находятся в тесной связи с морскими отложениями Каспия. Однако и здесь отсутствуют значительные непрерывные разрезы отложений, вероятно наличие крупных перерывов, размывов и т.д.

Большое значение имеет изучение разнообразных палеоархивов на Восточном Кавказе, детальные исследования которых начались в последние годы (Ryabogina et al., 2018). По нашему мнению природные условия восточной части Кавказа, создают более благоприятные условия для консервации природных архивов для большей части голоцена, по сравнению с западным Кавказом, где были сконцентрированы подобные исследования до последнего времени (Соломина и др., 2013).

В качестве наиболее важных направлений исследований четвертичного периода региона можно отметить следующие:

1. Морская геология и палеогеография Каспийского моря.

Объекты изучения:

- береговые формы рельефа (морские террасы, валы и т.д.) и отложения на суше и дне моря.

Цель изучения:

- разработка детальной стратиграфии и абсолютной хронологии каспийских осадков;
- реконструкция колебаний уровня моря и детальные пространственные реконструкции морских бассейнов в стадии регрессии и трансгрессии;
- реконструкция климатических условий в которых происходили те или иные колебания уровня бассейна;
- разработка моделей воздействия изменений климатических условий и других факторов на колебания уровня Каспийского моря.

2. Геоморфология горных территорий.

Объекты изучения:

- современные формы рельефа горной части Дагестана в условиях их динамического развития.

Цель изучения:

- установление геоморфологических особенностей речных долин;
- выявление следов древних оледенений;
- корреляция ледниковых, речных и морских отложений;
- разработка методик изучения рельефа горных территорий;
- составление детальных геоморфологических схем горной части на основе современных компьютерных ГИС-технологий;
- изучение проявленности специфических природных процессов (оползневых, карстовых, ледниковых и т.д.).

3. Строение и генезис лёссово-почвенных пород и палеопедология.

Объект изучения:

- изучение разнообразных и разновозрастных лёссовидных пород, а также погребенных почв.

Цель изучения:

- проведение комплексных исследований погребенных почв в ходе интенсивных археологических исследований, которые проходят в Дагестане (подобные исследования активно проводятся в сопредельных территориях);
- детальное изучение крупнейшего массива лессовидных отложений Хасавюртовской наклонной равнины и сопоставление их с детально изученными разрезами Ставропольской возвышенности и сопредельных регионов;
- описание и изучение четвертичных и «каменных» (вероятно неогеновых) лессовидных пород в бассейна рек Самур-Гюльгерычай;
- сопоставление полученных данных с глобальными реконструкциями формирования лессовидных отложений.

Проблемы палеопочвоведения, пылецевой анализ и генетическая природа погребенных профилей почв и метаболитов живых организмов.

Планетарная симметричность форм четвертичных отложений и объектов биосферы, обусловленная гравитационными и электромагнитными полями.

4. Четвертичные отложения и индицирующие их показатели месторождений полезных ископаемых в Дагестане.

Разработка закономерностей изменения рельефа в зависимости от внутреннего строения и химического состава четвертичных отложений:

- геологической породы, почвенного покрова и грунтов разного гранулометрического состава;
- географические координаты и вещественный состав отложений, характерных для месторождений полезных ископаемых.

5. Палеонтология четвертичного периода.

Объект изучения: изучение основных местонахождений фауны (моллюски, млекопитающие, микрофауна) и флоры (палинология, диатомовые, наннопланктон) включая поиск новых местонахождений фауны и флоры в новых разрезах морских отложений, пещерах, погребенных отложениях и т.д. Выявление основных этапов и стадий эволюции фауны, флоры, ландшафтов и морских экосистем.

6. Геоархеология.

Изучение строения, возраста и условий образования культурных слоев археологических стоянок от палеолита до средневековья с целью реконструкции природной среды обитания древнего человека.

7. Структурная геоморфология и неотектоника горных районов, предгорий и шельфа.

Выявление молодых тектонических структур и дифференцированных движений земной коры. Определение скоростей движений различных частей горной зоны и морского дна. Установление активных, потенциально сейсмоопасных разломов в горной части, особенно в связи с продолжением строительства плотин крупных гидроэлектростанций (Гоцатлинской) и накопленным богатым опытом мониторинга за уже построенными ГЭС (Чиркейской, Миатлинской, Ирганайской).

8. Охрана природы.

Описание выделенных памятников природы, а также поиск и описание новых памятников природы. Данная работа будет проводиться в тесном контакте с природоохранными организациями Республики Дагестан и федеральным заповедником «Дагестанский». Составление электронного кадастра полученных данных.

9. Изучение опасных геологических процессов.

Объект изучения:

- опасные природные процессы в многообразии форм и районов проявления на территории Республики Дагестан.

Цель изучения:

- локализация участков потенциального развития опасных природных процессов (селей, оползней, образования запрудных озер, резкой перестройки гидросети в дельтах рек, карстовых провалов, просадок грунта, размывов берегов и пр.);

- изучение конкретных примеров формирования опасных процессов, выявление следов развития опасных процессов в прошлом.

На основании изученных особенностей развития опасных процессов с использованием современных ГИС-технологий провести моделирование возможных ситуаций развития опасных процессов на территории Республики Дагестан.

Литература

1. Громов В.И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР //Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. Вып. 64 Геол. Серия № 17. 1948. 521с.
2. Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря //Тр. ГИН АН СССР. 1957. Вып. 10. 308с.
3. Невеская Л. А. Четвертичные морские моллюски Туркмении. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 82с.
4. Векилов Б.Г. Антропогеновые отложения Северо-Восточного Азербайджана. Баку: Изд-во ЭЛМ. 1969. 217с.
5. Али-Заде А.А. Апшерон Азербайджана. М.: Недра. 1973. 227с.
6. Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: МГУ. 1977. 210с.
7. Трубихин В.М. Палеомагнетизм и стратиграфия акчагыльских отложений Западной Туркмении. М.: Наука. 1977. 76с.
8. Лебедева Н.А. Корреляция антропогеновых толщ Понто-Каспия. М.: Наука. 1978. 136с.
9. Чепалыга А. Л. Палеогеография и палеоэкология бассейнов Черного и Каспийского морей (Понто-Каспия). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. М. 1980. 46с.
10. Менабде И. В. Палеогеография позднего плейстоцена Нижнего Поволжья. Автореф. дис. М.: МГУ. 1989. 24 с.
11. Кожевников А.В. Антропоген орогенных областей Центральной Евразии: (Стратиграфия, межрегион. корреляции). М. : Изд-во МГУ. 1989. 231с.
12. Вангенгейм Э. А., Векуа М. Л., Жегалло В. И., Певзнер М. А., Тактакишвили И. Г., Тесаков А. С. Положение Таманского фаунистического комплекса в стратиграфической и магнитохронологической шкалах //Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. № 60. 1991. С.41 - 52.
13. Данукалова Г.А. Двустворчатые моллюски и стратиграфия акчагыла. М., 1996. 132с.
14. Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ, 1997. 267 с.
15. Кулаков С. А., Щелинский В.Е., Бозинский Г., Киндлер Л. Открытие нижнепалеолитической стоянки на Таманском полуострове //Невский археолого-историографический сборник: к 75-летию кандидата исторических наук А.А. Формозова. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та. 2003. 223-233 с.
16. Тесаков А.С. Биостратиграфия среднего плиоцена - эоплейстоцена Восточной Европы (по мелким млекопитающим). Москва: Наука. 247с.
17. Амирханов Х.А. Исследования памятников олдована на Северо-Восточном Кавказе. М.: Таус, 2007. 52с.
18. Титов В.В. Крупные млекопитающие позднего плиоцена Северо-Восточного Приазовья. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 264 с.
19. Деревянко А.П. Заселение человеком Евразии в раннем палеолите // Древнейшие миграции человека в Евразии. Махачкала. 2009. С.5-28.
20. Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: бистратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во МГУ, 2012. 264 с.

21. Таймазов А.И. Палеолитические памятники Усишинской долины Дагестана: автореферат дис. ... кандидата исторических наук. Махачкала, 2012. 29 с.
22. Шкатова В.К. Каспийский регион - опорный стратиграфический разрез “квартера России” //Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Ростов-н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. С. 702-704
23. Соломина О.Н., Калугин И.А., Александрин М.Ю., Бушуева И.С., Дарин А.В., Долгова Е.А., Жомелли В., Иванов М.Н., Мацковский В.В., Овчинников Д.В., Павлова И.О., Разумовский Л.В., Чепурная А.А. Бурение осадков оз. Караколь (долина р. Теберда) и перспективы реконструкции истории оледенения и климата голоцена на Кавказе //Лед и снег. №2. 2013. С.102-111.
24. Данукалова Г.А. Стратотипы и опорные разрезы подразделений нижнего квартера (гелазский ярус) на территории южного предуралья //Геологический сборник. 2014. С.58-74.
25. Щелинский В. Е. Эоплейстоценовая раннепалеолитическая стоянка Родники 1 в Западном Предкавказье. СПб.: ИИМК РАН, ООО «Периферия», 2014. 168 с.
26. Анойкин А.А. Палеолит Приморского Дагестана. Диссертация на соискание ученой степени доктора исторических наук. Новосибирск: Институт археологии и этнографии СО РАН, 2017. 538 с.
27. Amirkhanov, H.A., Ozherel'ev, D.V., Gribchenko, Y.N., Sablin, M.V., Semenov, V.V., Trubikhin, V. Early Humans at the eastern gate of Europe: The discovery and investigation of Oldowan sites in northern Caucasus(Article) //Comptes Rendus - PalevolVolume 13, Issue 8, 2014, Pages 717-725. DOI: 10.1016/j.crpv. 2014.06.004.
28. Vera S. Baigusheva, Vadim Titov, Irina V. Foronova Teeth of early generations of Early Pleistocene elephants (Mammalia, Elephantidae) from Sinyaya Balka/Bogatyri site (Sea of Azov Region, Russia) //Quaternary International. 2016. (420). Pages 308-318. DOI: 10.1016/j.quaint.2015.08.007
29. Natalia Ryabogina, Aleksandr Borisov, Idris Idrisov, Marat Bakushev Holocene environmental history and populating of mountainous Dagestan (Eastern Caucasus, Russia) //Quaternary International. 2018. In press. DOI: 10.1016/j.quaint.2018.06.020.

УДК 556.314

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-20-32

ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НОВОКАСПИЙСКОЙ ТЕРРАСЫ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ОАО «НЕФТЕПРОДУКТ»

Кондаков В.М., Ибаев Ж.Г., Мамаев А.С., Кондакова Н.В.

Институт геологии ДНЦ РАН

Проведены эколого-гидрохимические исследования Новокаспийской террасы в пределах территории ОАО «Нефтепродукт». Приведены описания геологических, экзогенных и других процессов происходящих на исследуемой территории. На большом количестве лабораторных исследований показано, что эколого-гидрохимическое состояние на промышленной территории ОАО «Нефтепродукт» находится в удовлетворительном состоянии.

Ключевые слова: Новокаспийская терраса, грунтовые воды, загрязнение.

ECOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CONDITIONS OF THE NOVO-CASPIAN TERRACE WITHIN THE TERRITORY OF OJSC NEFTEPRODUKT

Kondakov V.M., Ibaev Z.G., Mamaev A.S., Kondakova N.V.

Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences

Environmental and hydrochemical studies of the New Caspian terraces within the territory of Nefteprodukt OJSC were carried out. Descriptions of geological, exogenous and other processes occurring in the study area are given. A large number of laboratory studies have shown that the ecological and hydrochemical state in the industrial territory of JSC "Nefteprodukt" is in a satisfactory condition.

Keywords: New Caspian terrace, groundwater, pollution.

Введение

Законом «Об охране окружающей среды», Положением об оценке воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду, Постановлением Правительства РФ [1], СНиП 11-02-96 [2], СП 11-102-97 [3] определяется обязательное требование экологического обоснования хозяйственной и иной деятельности в предпроектной и проектной деятельности главной задачей которых, согласно п. 6.2 СП 11-102-97 [3] является:

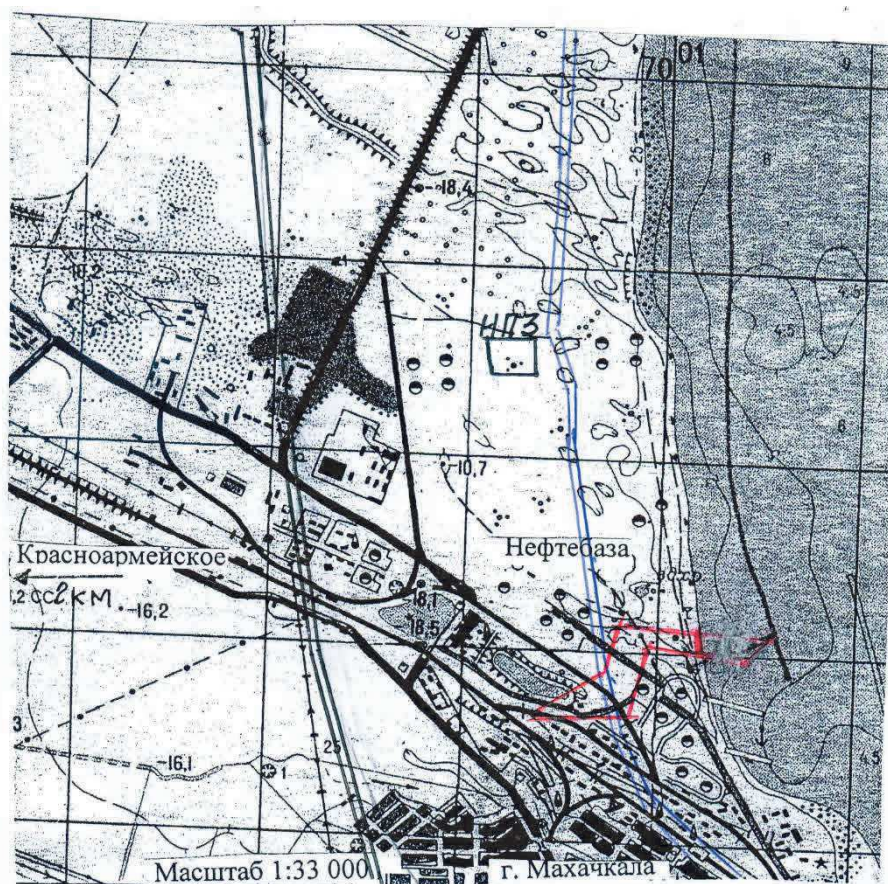
- получение необходимых и достаточных материалов для экологического обоснования проектной деятельности при строительстве с учетом нормального режима его эксплуатации;
- оценка экологического риска и получение необходимых материалов при хозяйственном освоении территории. С этой целью Институтом геологии ДНЦ РАН проводились эколого-гидрохимические исследования Новокаспийской террасы в пределах территории ОАО «Нефтепродукт».

Методы исследования

Участок исследований площадью порядка 22,0 га со смежными территориями расположен на территории нефтебазы. Район исследований простирается от «пожарного водоема» к морю, включая причал №5. На северо-востоке располагается прибрежная зона, площадью порядка 3 га включая причал №5, в средней части, примерно на 3,0 га, расположены нефтеналивные резервуары и продуктовая насосная. Вся исследуемая площадь нефтебазы, вплотную граничит с городом с южной и западной стороны (рис. 1).

Полевые работы заключались в геоэкологическом обследовании элементов природной среды, сооружений и объектов, почвенном обследовании территории, исследовании и оценке радиационной обстановки, изучении растительности и животного мира, геохимическом опробовании на экологических площадках, представленных на рис. 2-4.

Геоэкологическое обследование проводилось методом маршрутного наблюдения с покомпонентным описанием природной среды, ландшафтов и объектов техносферы в соответствии с СП-11-102-97 [3], СНиП.11-02-96 [2], СНиП 22.02.-2003 [4], СНиП 22-01-95 [5], "Требований к геоэкологическим исследованиям и картографированию" (М.;1990).



Участок исследования (контур красного цвета)

Граница водоохраной зоны Каспийского моря - 500м

Граница зоны санитарной охраны Каспийского моря – 2 км

Территория объекта НПЗ

Рис. 1. Обзорная карта района работ с участком исследования (контур красного цвета)
Методика исследования



Рис. 2. Вид со стороны моря на место заложения РВС-1, РВС-2 РВС-3 и продуктивной насосной с операторской.
Слева по центру экологическая площадка № 7, далее действующие РВС-75.



Рис. 3. Экологическая площадка № 5 в низине прибрежной зоны. Сверху справа за бетонным забором причал 5, сооруженный на насыпных обломочных грунтах.



Рис. 4. Экологическая площадка № 4, у насосной пожаротушения. Справа за фото, озеро. Внизу - следы дороги, где бурилась скважина №16 для отбора грунтовой воды на химанализ

Почвенное обследование заключалось в уточнении основных типов почв района, их характеристики и определении методов рекультивации. Для этого закладывалось 5 разрезов и 5 прикопок. Из разрезов отбирался поверхностный образец. Химическое опробование почв проводилось для выявления уровня загрязнения почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами на пяти площадках. Исследование радиационной обстановки проводилось посредством точечных измерений портативным радиометром ПРА-01М-01 МГФК 412123.001. Оценка велась по СП 2.6.1.2612.10 [6]. Изучение растительного и животного мира проводилось по фондовым материалам и данным маршрутного обследования.

Химический анализ почв, грунтов, поверхностных и грунтовых вод выполнен в лаборатории «Дагводресурсы». Микробиологический анализ почв в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии»; измерение шума, плотности потока электромагнитных излучений и напряженности электрического поля выполнены лабораториями ЗАО «Экспертиза». Измерения радиационного фона и потока радона к почве выполнены сотрудниками Института геологии ДНЦ РАН.

Изученность экологических условий

Район исследований в экологическом плане изучен хорошо. Имеются данные по общей характеристике компонентов природной среды. Это почвенная карта [7], карта растительного покрова (масштаб 1:200000) [8], геологические, геоморфологические, тектонические (масштаб 1:1500000) (Атлас Республики Дагестан) [9]. Имеются некоторые данные по загрязнению вод и

грунтов центральной части Дагестана в отчетных материалах Росприроднадзора [10] и Роспотребнадзора по Республике Дагестан [11, 12]. На территории нефтебазы ведется мониторинг за состоянием воздушной и водной среды. Контролируемые параметры для воздуха – двуокись азота, метан, окись углерода, для почв – нефтепродукты, для воды взвешенные вещества, БПК, ХПК, тяжелые металлы, нефтепродукты.

Исследуемый район также частично охвачен сетью наблюдательной сети государственного мониторинга геологической среды по РД. [8]. В 2009 -2010 годах в прибрежной части г. Махачкалы была проведена оценка воздействия на окружающую среду причального фронта в/ч 2372 в морском порту г. Махачкала» [13].

Краткая характеристика природных условий

Согласно климатическому районированию Дагестана исследуемый участок строительства расположен в Северо-Приморском районе климата полупустынь умеренного пояса с относительно меньшей степенью засушливости для климата пустынь (с умеренно мягкой зимой) Низменного Дагестана. Отличительными чертами климатических условий является преобладание антициклональных условий погоды. В теплое время года здесь господствуют сухие, субтропические воздушные массы, а в холодное - континентальный воздух умеренных широт. Вегетационный период короткий. Район изысканий, согласно СНиП 23.01.-99* [14] входит в III строительно-климатический район, подрайон III-Б.

Геоморфологические и геологические условия

В геоморфологическом отношении участок работ относится к Приморской равнине, которая простирается вдоль моря от г. Махачкалы до г. Дербента. Ее ширина достигает 5-10 км. Непосредственно с морем граничат пляж, как геоморфологический элемент шириной до 50 м и новокаспийская терраса с абсолютными отметками рельефа от -27 до -22 м, образуя как бы первый выступ с превышением до 5 м. Общий уклон рельефа направлен к морю на северо-восток.

Рельеф площади новокаспийской террасы относительно ровный с перепадами до 4 м. Она возвышается над пляжем на 4-5 м. Новокаспийская терраса осложнена естественными барханно-грядовыми формами рельефа и антропогенными карьерами – котлованами.

Динамика и морфология территории в значительной мере осложнена техногенным вмешательством. Абсолютные отметки рельефа участка составляют от -14,0 м до -21,0 м. Естественный грядово-барханный рельеф сильно изменен. Высота барханов и гряд составляет до 7 м. На песках развита скудная растительность. В настоящее время она сохранилась на 30%. Остальная территория спланирована и застроена большей частью резервуарами под нефть, проложены грунтовые дороги с асфальтным и гравийным покрытиями.

Район исследований затрагивает также прибрежную часть (причал 5), с абсолютными отметками до -25,5 м.

В геологическом строении площади строительства принимают участие голоценовые новокаспийские, верхнечетвертичные хвалынские, а также неогеновые отложения сарматского яруса. Совокупность геологических факторов относит участок работ к 2 категории сложности инженерно-геологических условий.

В тектоническом отношении район работ расположен в пределах структуры Предкавказского краевого прогиба и относится к области третичных предгорий Южного Дагестана, которая граничит с областью Дагестанского клина. Исследуемый район относится к Таркинской структурной террасе, которая представляет собой участок пологого залегания слоев значительной ширины и протяженности.

Инженерно-геологические условия

На изучаемой территории распространены отложения верхнечетвертичной системы и коренные породы кайнозойской группы, выраженные (сверху вниз) сарматскими караганскими и чокракскими отложениями.

Согласно материалам изысканий прошлых лет и поискового бурения, толща неизмененных сарматских глин, представляющих собой региональный водоупор, залегает на глубине 16-20 м и имеет неровную кровлю и мощность порядка 500 м.

На основании выполненных полевых работ и лабораторных исследований в пределах участка до глубины 20 м выделены пять инженерно-геологических элемента.

ИГЭ-1 (Q4 nk) – Песок желтый средней крупности маловлажный и средней степени водонасыщения средней плотности с включением битой ракушки до 15%. Мощность ИГЭ 1,4-7,3 м в зависимости от рельефа; в понижениях между грядами и барханами меньше, на барханах до 7,3 м.

ИГЭ-2 (Q3 hv) – Песок серый мелкий водонасыщенный средней плотности с запахом нефти, с прослойками глины до 0,3 м в кровле. Мощность ИГЭ 3,3-4,7 м.

ИГЭ-3 (Q3 hv) – Глина желтая тугопластичная. Мощность ИГЭ в плане изменяется от 4,0 м до 0,5 м ближе к морю.

ИГЭ-4 (Q3 hv) – Песок серый мелкий водонасыщенный средней плотности с прослойками глины до 0,1 м. Мощность ИГЭ 8,1 м.

ИГЭ-5 (N1 s) Суглинок твердый слоистый. Вскрытая мощность ИГЭ 2 м

Характеристика опасных экзогенных геологических процессов

На территории Дагестана экзогенные геологические процессы имеют широкое распространение и представлены почти всеми генетическими группами [15]. В рассматриваемом районе возможны проявления гидродинамической группы экзогенных геологических процессов – подтопление, затопление, абразия береговой линии;

По данным инженерно-геологических изысканий на исследуемом участке данные процессы выявлены в незначительной степени. Уровень воды Каспийского моря в настоящее время -27,60, а в 1995 г наивысший уровень был -25,60 м. Периодические колебания Каспийского моря в вековом разрезе времени составляют порядка 3-х метров, от -25 м до -28 м. При наступлении моря отмечаются абразия и размыв береговой линии суши в случае не укрепления берега. Степень коррозийной активности песчаных грунтов выше грунтовых вод - низкая [16].

Гидрогеологические условия. Грунтовые воды

Подземные воды района исследований представлены первым водоносным горизонтом зоны аэрации – грунтовыми водами, которые вскрыты на глубине 2,0-8,0 м от естественной поверхности барханно-грядового рельефа земли. Установившийся уровень отмечается на глубине 1,4-7,3 м. Уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям. Его высокие отметки в весеннее время будут на 0,2 м выше. Питание грунтовых вод осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков в прохладное время. Разгрузка грунтовых вод выражена боковым оттоком в Каспийское море.

Водовмещающими грунтами являются мелкие и пылеватые пески. Коэффициенты фильтрации составляют: для мелких песков 8,0-12,0 м/сут; для пылеватых песков 2,0-1,0 м/сут; для слабопроницаемых глин – 0,1-0,01.

Минерализация грунтовых вод составляет 1-2 г/л. Воды не агрессивные, но с резким запахом нефти. Содержание нефти составляет от 0,7 до 6 мг/литр (по данным ООО «Геолог-Эколог» и ОАО «Дагестангеомониторинг»). Для оценки загрязненности грунтовых вод был проведен отбор воды из скважин по площадкам №1-5, у проектируемых резервуаров; у пожарного водоема с озером; и в прибрежной части у причала 5.

Минерализация грунтовых вод - до 1,0 г/л. Воды не агрессивные. Согласно данным, представленным в таблице 1, содержание химических элементов II-го (кадмий, цинк, свинец, кобальт, нитрат-ион, калий+натрий) и III-го класса опасности (цинк, медь, железо, хром, магний) не превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК).

Таблица 1.

Оценка состояния загрязненности грунтовых вод

	Наименование вещества	Класс опасности	Результаты определений по площадкам мг/л					ПДК *-СП 11-102-97, Г	Значения относительно ПДК
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Температура								
2	Запах		1 бенз	2 бенз	5 бенз	5 бенз	5 бенз	2	2,5ПДК
3	Мутность		3,3	5,1	>17	>17	>17	2,6	
4	Цветность		>80	>80	>80	>80	>80	20	
5	Взвешенные вещества		3628	25354	79618	76530	9901		
6	Сухой остаток		558	735	704	970	692	1000	0,5-1,0 ПДК
7	Жесткость общая		3,5	6,0	6,5	8,0	4,0	Св. 2	до 1,1 ПДК
8	Реакция pH		7,4	7,3	8,0	8,1	8,3	1-14	
11	БПК-5		12,8	19,2	14,8	19,2	12,8	2,0	
12	Сероводород и сульфат		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,5 ПДК
13	Аммоний-ион		3,94	3,58	1,40	1,0	7,0	0,50	2-15 ПДК
14	Нитрит-ион		0,02	0,03	0,06	0,06	0,09	0,08	0,2-1,0 ПДК
15	Нитрат-ион	2	1,5	2,3	2,4	2,8	2,8	10*	0,3 ПДК
16	Фосфат-ион		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,20	<0,2 ПДК
17	Карбонат-ион		Отс.	Отс.	12	12	24		
18	Гидрокарбонат-ион		220	134	171	195	220		
19	Сульфат-ион	4	192	408	312	408	192	500	0,2-0,8 ПДК
20	Хлорид-ион	4	42	28	49	105	91	300	до 0,2 ПДК
21	Кальций		50	80	60	130	50	180	До 0,8 ПДК
22	Магний	3	12	24	42	18	18		
23	Калий+ Натрий	2	122	126	106	163	161	200	0,8 ПДК
24	Алюминий								
25	Железо общее	3	0,29	0,49	2,05	1,09	1,54	0,3	1,0-7,3 ПДК
26	Бериллий								
27	Медь	3	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	<0,5 ПДК
28	Марганец	3	0,60	1,18	0,68	0,12	0,90	0,1	1-12 ПДК
29	Кадмий	2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005	<0,5 ПДК
30	Кобальт	2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	1,0*	<0,5 ПДК
31	Никель	3	0,008	0,028	0,049	0,020	0,31	0,01	1-5 ПДК
32	Цинк	2, 3	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,5 ПДК
33	Мышьяк	1, 2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,5 ПДК
34	Свинец	2	0,017	0,036	0,015	0,018	0,031	0,03*	ПДК
35	Хром 6+	3	<0,005	0,008	0,110	<0,005	0,049	0,02	0,5-5,0 ПДК
36	Нефтепродукты	4	0,53	0,56	1,35	0,81	1,64	0,3	2-5 ПДК
37	Фенол	4	0,055	0,130	0,055	0,090	0,025	0,001	До 100 ПДК
38	АПАВ		1,44	2,75	3,42	3,46	4,59	0,10	До 30 ПДК
39	Формальдегид	2	Отс.*	Отс.**				0,01	
40	Ксилол	2	0,45*	0,48**				0,05***	

* - данные анализа по скв.1, ** - по скв.2 – мониторинга грунтовых вод; 0,05*** ПДК для рыб

Таким образом, загрязнение в грунтовых водах, отобранных из контрольных скважин, отсутствует. Ситуация может квалифицироваться как благополучная. Исключение составляет концентрация по никелю (3 класс опасности) до 5 ПДК – в общем, на участке и до 30 ПДК – в прибрежной зоне (экологическая площадка – точка 5).

По нефтепродуктам и фенолам, имеющим 4 класс опасности, превышение составляет соответственно до 5ПДК и до 30 ПДК

Поверхностные воды

Каспийское море относится к водоемам первой категории рыбо-хозяйственного водопользования. Основными источниками загрязнения прибрежной акватории Каспийского моря в пределах г. Махачкала является неочищенный городской ливневой сток, сбросы недостаточно очищенных

промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, с оросительных систем, несущие в море взвешенные, минеральные вещества, разнообразные химические и микробные загрязнения.

Гидрохимический состав морской воды

Соленость воды в поверхностном слое средней части открытого моря 12,5-14,0 г/л. Сезонные изменения солености в средней части не более 0,2 %. Плотность воды на поверхности Каспийского моря в средней части возрастает с запада на восток. Наибольшая плотность воды отмечается зимой и в среднем изменяется в средней части моря от 1,01 до 1,011. Наименьшая плотность воды отмечается летом и составляет в средней части моря 1,007 до 1,009. Прозрачность воды в средней части моря колеблется от 1 м у берегов до 15-17 м в открытом море. Среднее фоновое содержание взвешенных веществ в море на участке побережья Махачкала-Каспийск по данным Каспморниипроекта в летний период составляет 23 мг/л. Цвет воды в средней части моря в удаленных от берега районах имеет зеленый цвет, в прибрежных районах желтовато-зеленый и зеленый.

Оценка загрязненности морской воды дана по лабораторным исследованиям, проведенным у причала 5 (табл. 2).

Таблица 2.

Оценка состояния загрязненности морской воды

№ п/п	Наименование определений	Единицы измерения	Результаты (причал 5)	Доли ПДК	ПДК*
1	Плотность				
2	Сухой остаток, экспериментальный	мг/л	10580,0	10,11	1000
3	Реакция	pH едрН	7,4	0,9	6,5 - 8,5
4	Окисляемость бихроматная	мг-О ₂ /л		0,26	15
	БПК-5		3,2	2,0	
5	Гидрокарбонаты	мг/л	268	-	-
6	Сульфаты	мг/л	1392	12,74	500
7	Хлориды	мг/л	5390	1,21	350
8	Кальций	мг/л	330	3,6	180
9	Магний	мг/л	684	8,88	50
10	Калий+ Натрий	мг/л	2620	-	-
11	Медь	мг/л	<0,0005	<0,5	0,001
12	Свинец	мг/л	0,026	0,26	0,10
13	Кадмий	мг/л	<0,0001	<0,5	0,005
14	Кобальт	мг/л	<0,005	<0,5	0,01
15	Никель	мг/л	0,052	0,5	0,10
16	Нефтепродукты	мг/л	<0,005	0,9	0,3
17	Фенол	мг/л	<0,0005	<0,5	0,001
18	АПАВ	мг/л	0,59	5,9	0,10
17	Цинк	мг/л	<0,005	<0,5	0,01
18	Мышьяк	мг/л	<0,05	<1,0	0,05
19	Марганец	мг/л	0,06	6,0	0,01
20	Хром 6+	мг/л	<0,005	<0,5	0,02
21	Железо общее	мг/л	0,09	0,9	0,1
22	Сероводород и сульфат	мг/л	<0,002	<0,5	0,005
23	Аммоний-ион	мг/л	1,47	3,0	0,50
24	Нитрит-ион	мг/л	0,09	1,0	0,08
25	Нитрат-ион	мг/л	7,8	<0,2	40
26	Фосфат-ион	мг/л	<0,05	<0,2	0,20

* Согласно п.1.3.2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (СанПиН 2.11.559-96). «Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Санкт-Петербург 1998.

Согласно представленной таблице морские воды в районе расположения нефтебазы оцениваются III-м классом загрязнения т.е. относятся к «умеренно загрязненным». Концентрация

нефтяных углеводородов изменяется в пределах 0,4-1 ПДК. Содержание азота аммонийного не превышает ПДК. Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло [17].

Почвенные условия

Почва на территории нефтебазы в основном светло-каштановые легкого механического состава (преимущественно супесчаные и песчаные), где был распространен барханно-грядовый рельеф эоловых новокаспийских отложений.

Для них характерно отсутствие обособленного карбонатного горизонта, выражен осветленный пылевато-комковатый горизонт "А" мощностью 8-15 см, уплотненный горизонт "В" непрочного комковатой структуры.

В профиле описываемых почв отмечается присутствие окисных форм железа. Микроморфология этих почв показывает на наличие в профиле микроорштейнов гетита, гидрогетита и других соединений (В. Г. Добровольский и др., 1967).

Для почв в основном характерен автоморфный режим, они сформировались в условиях засушливого климата и интенсивного испарения влаги с поверхности при достаточно глубоком залегании грунтовых вод от 3,0 до 8,0 м. В пониженных участках, где глубина грунтовых вод составляет 2,0-3,0 м для почвы характерен гидроморфный режим. Здесь растут ивы и тополя. В таблице 3 приводится анализ водной вытяжки в метровой толще по площадкам 2, 4 и 5.

Таблица 3.

Результаты химического анализа водной вытяжки в толще почвы 1 м

№ эколог. площадки	№СКВ./ Резерв.	Единица измерения	Сухой остаток, %	рН	Химизм и степень засоления*
2	7/2	%	0,052	7,6	Хлоридный, не засоленный
4	15/пожар	%	0,105	7,4	Хлоридный, не засоленный
5	16/берег	%	0,060	7,9	Хлоридный, не засоленный

* - Степень засоления определена согласно Приложения 6 табл. 2. «Классификации и диагностики почв СССР», М., К 47 «Колос», 1977г.

В таблице 4 приведен агрохимический анализ почв по данным ОПЗ на территории ОАО «Нефтепродукта».

Таблица 4.

Результаты агрохимического анализа образцов почв по генетическим горизонтам

№ точки отбора	Глубина отбора, см	Емкость поглощ. Мг-экв/100г	Обменный Na Мг-экв/100г	Сумма поглощ. основ. Мг/экв	рН водной суспензии	CaCO ₃ %	P ₂ O ₅ , Мг/100 грам	K ₂ O, Мг/100 грам	Гумус %
Разрез 1	0-15	14,7	1,2	12,8	8,4	33,12	3,0	12,0	1,39
	70-80	11,0	0,8	9,6	8,0	37,26	1,5	5,0	0,33
Разрез 2	0-10	12,4	0,8	10,6	8,4	35,06	2,5	10,0	0,94
	40-50	9,0	0,6	7,4	8,0	38,21	1,5	5,0	0,32

Пески слабозакрепленные.

Растительность покрыта на 30-50% площади. Химический состав характеризуемых песков реакция среды щелочная – 7,2; емкость поглощения низкая 12,4 мг-экв. Поглощенный натрий составляет 7,5%. Содержание азота в верхнем слое составляет 0,06%. Они очень низко обеспечены подвижным фосфором (2,5 мг/100г почв) и калием (10,0 мг/100г. почв), не засолены легко-растворимыми солями, сухой остаток составляет 0,064%. Содержание карбонатов равномерное по всему профилю и колеблется от 35,06 до 38,21%. Пески не загрязнены тяжелыми металлами, загрязнены нефтепродуктами. По качественной оценке пески имеют самый низкий балл. - 10.

Характеристика и загрязненность почв и грунтов

Оценка загрязнения почв и геологической среды выполнена в соответствии с нормативными документами [3, 18, 19].

Поэтому выбор контролируемых элементов для характеристики загрязнения почв и грунтов был остановлен на основных тяжелых металлах (свинец, медь, мышьяк, цинк, никель, кадмий) и нефтепродуктах.

Для выявления уровня загрязненности почв были отобраны образцы из верхнего горизонта по равномерной сетке в количестве пяти смешанных образцов. Результаты химического анализа представлены в таблице 5. Геохимическое опробование, проведенное в рамках инженерно-экологических изысканий, показало, что на территории отсутствует загрязнение.

Основным критерием оценки уровня загрязнения почв и грунтов химическими веществами является предельно допустимая концентрация или ориентировочно допустимая концентрация химических элементов в почвах и грунтах.

На основании данных, представленных в таблице 5, почвы и грунты в соответствии с критериями оценки указанными в СП 11-102-97 [3] не имеют загрязнения, по всем элементам. Содержание тяжелых металлов и мышьяка полученные, в результате инженерно-экологических изысканий, можно считать фоновыми, т.к. в районе работ нет промышленных объектов, и участки отбора проб находятся вне локального антропогенного воздействия.

Таблица 5.

Результаты химического анализа загрязненности почв и грунтов поверхностного горизонта

почвенной пробы	Cu Медь мг/кг пдк 132	Cd Кадмий мг/кг пдк 2	Ni Никель мг/кг пдк 80	As Мышьяк мг/кг пдк 10	Zn Цинк мг/кг Доли ПДК* (220 мг/кг)	Доли ПДК*	Нефтепродукты мг/кг	нормируется от 1000 мг/кг**	Pb Свинец мг/кг Доли ПДК*	Доли ПДК* (130 мг/кг)	Cr, хром мг/кг	Доли ПДК* (200 мг/кг) СП 11-102-97 прил. В	Ртуть, мг/кг	Доли ПДК* (10 мг/кг) СП 11-102-97 прил. В
1 н	нпч	нпч	нпч	нпч	42,5	0,19	379	0,4	4,20	0,03	38,4	0,2	0,05	<0,01
2 н	нпч	нпч	нпч	нпч	30,7	0,14	59,5	0,6	2,20	0,02	37,8	0,2	0,05	<0,01
3 н	нпч	нпч	нпч	нпч	39,3	0,18	931	0,9	1,83	0,02	43,2	0,2	0,05	<0,01
4 н	нпч	нпч	нпч	нпч	18,8	0,10	1357	1,4	1,10	0,01	5,5	0,02	0,05	<0,01
5 н	нпч	нпч	нпч	нпч	54,4	0,25	1187	1,2	1,40	0,01	7,0	0,03	0,05	<0,01
							Ср.800							

Нпч – нижний предел чувствительности

Для эколого-геохимической оценки состояния почв и грунтов химическими веществами используется коэффициент концентрации K_{ci} характеризующий интенсивность техногенной аномалии. Он равен отношению содержания элемента в исследуемом объекте к его фоновому содержанию.

$$K_{ci} = C_i / C_{\phi}$$

где C_i – фактическое содержание i -го химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг, C_{ϕ} – фоновое содержание $го$ химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг.

Значения C_{ϕ} приведены в СП 11-102-97 [3]

На основании полученных данных была составлена результирующая таблица 6 показателей коэффициента концентрации K_{ci} , превышающего единицу в точках отбора.

Таблица 6.

Показатели коэффициента концентрации K_{ci} , превышающего единицу

№ точки отбора	Глубина взятия обр. (см)	Cu K_{c1}	Cd K_{c2}	Pb K_{c3}	Ni K_{c4}	Zn K_{c5}	As K_{c6}	Hg K_{c7}	Zc
1	0-20	1,0	1,0	0,70	1,0	1,52	1,0	1,0	7,52
2	0-20	1,0	1,0	0,37	1,0	1,10	1,0	1,0	7,77
3	0-20	1,0	1,0	0,30	1,0	1,40	1,0	1,0	7,00
4	0-20	1,0	1,0	0,18	1,0	0,67	1,0	1,0	6,15
5	0-20	1,0	1,0	0,23	1,0	1,94	1,0	1,0	7,47
Средне взвешенное									7,2

Химическое загрязнение почв и грунтов оценивается по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c), являющемуся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Суммарный показатель загрязнения для данной территории составляет 7,2. Согласно п. 4.23. СП 11-102-97, экологическое состояние почв можно квалифицировать как относительно удовлетворительное по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c - не более 16).

В ходе исследований также были проведены аналитические определения нефтепродуктов. Согласно «Инструкции по контролю экологического состояния почв на объектах газовой промышленности» устанавливаются следующие уровни загрязнения:

- 1000-2000 мг/кг – низкий,
- 2000 – 3000 мг/кг – средний,
- 3000 – 5000 мг/кг – высокий
- Более 5000 мг/кг – очень высокий

Результаты анализов образцов почв, отобранных на исследуемой территории показывают, что только на площадках №4 и №5 содержание нефтепродуктов превышает 1000 мг/кг, что является показателем низкой степени загрязнения, на других площадках загрязнения нет.

Используя, вышеуказанную, шкалу и используя СП 11-102-97 можно констатировать, что уровень загрязнения нефтепродуктами на исследуемой территории – «допустимый».

Согласно таблице 7 и СП-11-102-97 экологическое состояние почв территории нефтебазы следует считать относительно удовлетворительным, число патогенных организмов в 1 г почвы менее 10000.

Таблица 7.

Оценочная шкала уровней биологического загрязнения почв

Экологическая Площадка, №	Определяемые показатели	Результаты исследований	Гигиенический норматив	Единицы измерения
1 (РВС-1)	Индекс БГКП	30	10	Кл в 1 г
1(РВС-1)	Индекс энтерококков	Не обнаружено	10	Кл в 1 г
2 (РВС-2)	Индекс БГКП	10	10	Кл в 1 г
2 (РВС-2)	Индекс энтерококков	Не обнаружено	10	Кл в 1 г
3 (РВС-3)	Индекс БГКП	20	10	Кл в 1 г
3 (РВС-3)	Индекс энтерококков	Не обнаружено	10	Кл в 1 г
4 (насос пож.)	Индекс БГКП	20	10	Кл в 1 г
4 (насос пож.)	Индекс энтерококков	Не обнаружено	10	Кл в 1 г
5 (прибреж.)	Индекс БГКП	40	10	Кл в 1 г
5 (прибреж.)	Индекс энтерококков	Не обнаружено	10	Кл в 1 г

Загрязненность атмосферного воздуха

Согласно справки ГУ Дагестанского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расчетные фоновые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе по содержанию основных загрязняющих веществ, таких как диоксид азота (NO_2), метан (CH_4), оксид углерода (CO) значительно ниже ПДК и колеблется в пределах от 0,05 до 0,6 ПДК.

Следовательно, можно говорить об отсутствии загрязнения атмосферного воздуха в рассматриваемом районе.

При эксплуатации производственных объектов, одним из основных источников физического загрязнения окружающей среды является шум. Объектами шумового воздействия на территории являются помещения административного здания при нахождении в них людей в рабочее время. Так как исследуемая территория относится к производственной, на которой осуществляются технологические процессы, то на всей территории базы имеет место общий шумовой фон, который составляет 52-60 дБА. Источниками шума являются: насосы, автомобильные двигатели и т.д. Со-

гласно объектам-аналогам и паспортам заводов-изготовителей двигателей, уровень звука в режиме номинальной мощности на исследуемой территории от 56 до 66 дБА. Фонový шум на границе объекта с городской застройкой, в т.ч. с проезжей дорогой составил 62-75 дБА.

Радиационная обстановка территории изысканий

Согласно государственному докладу о состоянии о состоянии здоровья населения и санитарно - эпидемиологической обстановке в г. Махачкала радиационная обстановка благополучная. Показатели гамма фона по данным измерений, проведенных в рамках выполнения социально-гигиенического мониторинга службой «Роспотребнадзор» по Республике Дагестан в 2017 г колеблются в пределах – 0,15 мкЗв/ч

Исследование радиационной обстановки проводилось посредством маршрутного обследования по сетке 20x10м с измерениями в пределах участка работ гамма излучения полевым радиометром СРП-88Н № 0221. Полученные значения мощности дозы гамма-излучения составляли 0,05-0,25 мкЗв/ч.

Таким образом, уровень гамма излучения на исследованных участках не превышают средне наблюдаемых в Республике Дагестан, и соответствует нормативным требованиям СП 2.6.1.2612-10, ОСПОРБ 99/2010 [6]. В соответствии с указанными критериями экологическое состояние почвы обследуемых территорий можно отнести к «относительно-удовлетворительной ситуации» [19]. Мероприятия по радиационной безопасности не требуются.

Пробы воздуха для определения потока радона к поверхности почвы отбирались с помощью пробоотборного устройства ПОУ-01М-01 МГФК 412123.001. Поток радона к поверхности почвы находится в пределах фоновых значений для низменного Дагестана и не превышает 7 мБк/с*мЕ-3, аналогично и для территории нефтебазы, всего было замерено 20 точек, в т.ч. и по геоэкологическим площадкам.

Оценка состояния компонентов природной среды и их устойчивости к техногенным воздействиям

Оценку состояния компонентов природной среды можно дать по схеме определения уровня экологической опасности окружающей среды (таблица 8) для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия [19].

Таблица 8.

Схема определения уровня экологической опасности окружающей среды

Баллы	Уровень опасности	Характеристика состояния природной среды
5	Допустимый	Слабое загрязнение природной среды, концентрация загрязняющих веществ превышает природный фон, но ниже ПДК
4	Умеренно опасный	Средний уровень загрязнения, концентрация загрязняющих веществ в отдельных средах превышает установленные нормативы и достигает 1 -3 ПДК
3	Опасный	Повышенный уровень загрязнения большинства природных сред, концентрация отдельных загрязняющих веществ составляет 3-5 ПДК
2	Высоко опасный	Высокий уровень загрязнения нескольких сред, комплексный характер загрязнения концентрация ЗВ- 3-5 ПДК, в отдельных средах до 10 ПДК
1	Чрезвычайно опасный	Чрезвычайно высокий уровень загрязнения окружающей среды, постоянное присутствие многих ЗВ в концентрациях 5-10 ПДК, а по отдельным токсикантам более 10 ПДК

Представленная характеристика загрязненности окружающей среды в этом разделе позволяет на основе критериев, приведенных в таблице 10, констатировать в основном допустимый уровень экологической опасности окружающей среды на участке работ т.к. количественные показатели меньше ПДК. Исключение лишь составляет содержание нефтепродуктов на экологических площадках № 4 и № 5.

Заключение

Проведенные исследования показали, что Новокаспийская терраса в пределах территории нефтебазы ОАО «Дагнефтепродукт» г. Махачкала характеризуется благополучной экологической обстановкой:

- территория изысканий экологически стабильна и не имеет явных внешних признаков загрязнения компонентов окружающей среды;
 - район по степени благоприятности условий рассеивания загрязнений (ПЗА) находится в III зоне;
 - почвы, грунты и грунтовые воды территории не загрязнены нефтепродуктами и тяжелыми металлами по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c) и содержанию нефтепродуктов почвы по экологическому состоянию имеют удовлетворительное качество;
 - радиационная обстановка территории изысканий благополучная, среднее значение мощности эксплуатационной дозы (МЭД) гамма-излучения находится в пределах колебания естественного радиационного фона (0,05-0,25 мкЗв/час);
 - земли, используемые для строительства, относятся к категории промышленных земель;
 - растительность представлена травами и кустарниками, характерными для сухостепей;
- Виды, относящиеся к категории охраняемых, на площадке предполагаемого строительства не выявлены;
- животный мир представлен и мелкими млекопитающими и насекомыми;
 - особо охраняемые территории, в том числе и ботанические, в зоне проведения строительных работ отсутствуют.
 - работы будут вестись в водоохраной зоне акватории Каспийского моря в соответствии с требованиями Водного кодекса.
 - потенциальная опасность загрязнения и изменения состояния различных компонентов природной среды будет существовать, главным образом, при строительстве новых объектов. Влияние безаварийной эксплуатации новых объектов на природную среду будет незначительной, не приводящей к площадной перестройке ландшафтной структуры территории и заметной деформации экосистемы в целом.
 - В случае аварийных и залповых сбросов при эксплуатации новых объектов будет насыщение ими грунтов зоны аэрации непосредственно на месте, а позже - и береговой полосы прибрежной зоны поскольку поток грунтовых вод направлен в сторону моря. Но вследствие кольматации и заиленности ложа дна акватория моря, разгрузка нефтепродуктов в море быстро не предвидится.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87. О составе разделов проектной документации и требованиям к их содержанию.
2. СНиП 11-02-96 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения".
3. СП 11-102-97 "Инженерно-экологические изыскания для строительства".
4. СНиП 22-02-2003 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Общие положения.
5. СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий.
6. СП 2.6.1.2612.10. Нормы радиационной безопасности
7. Почвенная карта Дагестанской АССР. Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. М., 1990.
8. Карта растительности Дагестана Л.Н. Чиликина и Е.В. Шифферс. М.Л., 1962.
9. Атлас Республики Дагестан. Федеральная служба геодезии и картографии России. М., 1999 г.
10. Государственный доклад о состоянии и использовании природных ресурсов и охране окружающей среды республики Дагестан в 2010 г. Махачкала 2011.

11. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке по РД в городе Махачкала в 2010 году». Махачкала 2011 г.
12. Государственный доклад «О состоянии здоровья населения и санитарноэпидемиологической обстановке в Республике Дагестан в 2010 году. Махачкала 2011.
13. Омаров М.А. Основные месторождения термальных вод Дагестана. В кн.: "Проблемы геотермальной энергетики Дагестана". - М.: Недра, 1980. С. 46-68.
14. СНиП 23.01-99* Строительная климатология. Москва 2006.
15. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Республики Дагестан за 2010 г. Выпуск 14. Махачкала, 2011.
16. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий. «Пункт базирования корабельно-катерного состава (2 очередь) г. Махачкала (Республика Дагестан)». Махачкала. 2012.
17. Состояние водных ресурсов Республики Дагестан. Справочно-информационный бюллетень за 2010 г. ФГУ «Дагводресурсы», Махачкала, 2011.
18. СанПиН 42-128-4433-87. "Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве".
19. Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: ГНГУ Минприроды РФ, 1992.
20. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 55. С. 73-75.
21. Курбанов М.К., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Постоянно действующая гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2006. № 50. С. 143-147.
22. Ибаев Ж.Г., Мамаев С.А. Общие принципы разработки постоянно действующей гидрогеолого-математической модели Терско-Кумского артезианского бассейна//Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 260-264.
23. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Сулейманов В.К., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Абдулганиева Т.И., Мамаев А.С. Гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2018. № 2 (73). С. 62-71.
24. Мамаев С.А., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. О принципах математического моделирования гидрогеологических объектов на территории Республики Дагестан// В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 383-392.

УДК 627.8

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-33-44

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБОРОТНОГО СЕЛЕКТИВНОГО
ВОДОЗАБОРНОГО ПРОЦЕССА В ДВУХСЛОЙНОМ СТРАТИФИЦИРОВАННОМ
ВОДОЕМЕ ПРИ СИНХРОННОМ ЗАБОРЕ ВОДЫ ИЗ ОБОИХ СЛОЕВМузаев И.Д.^{1, 2}, Харебов К.С.¹, Музаев Н.И.¹¹Геофизический институт ВНИИ РАН²Владикавказский филиал Финансового университета при Правительстве РФ

Рассмотрены основы функционирования гидротехнического сооружения в горном регионе, характеризующемся высокой сейсмической опасностью. Разработана математическая модель и компьютерная программа, позволяющая автоматизировать проектирование водозаборных систем обеспечивающих селективный водозаборный процесс из нижнего слоя стратифицированного водоема. На основе полученного комплекса расчетных формул составлена компьютерная программа, позволяющая определять такие значения отметок глубинной компоновки, габаритных размеров водозаборных окон и расходов воды через них, которые гарантируют оптимальные параметры селективного водозабора из стратифицированного водоема.

Ключевые слова: сейсмическая и гравитационная опасность, стратифицированный водоем, селективный водозабор, водозаборное окно, контактная начально-краевая задача, теории поверхностных и внутренних гравитационных волн, идеальная несжимаемая жидкость.

MATHEMATICAL MODELING OF CIRCULATING SELECTIVE INTAKE PROCESS
IN TWO-LAYER STRATIFIED RESERVOIR DURING A SYNCHRONOUS ABSTRACTION
OF WATER FROM BOTH LAYERSMuzaev I.D.^{1, 2}, Kharebov K.S.¹, Muzaev N.I.¹¹Geophysical Institute of VSC RAS²Vladikavkaz branch of the financial University under the government of the Russian Federation

The basics of the hydraulic structure functioning in a mountain region that is characterized by a high seismic hazard are considered. The mathematical model and the computer program allowing to automate design of water intake systems providing selective water intake process from the bottom layer of the stratified reservoir are developed. On the basis of the developed complex of calculation formulas the computer program allowing to define such sizes of a mark of a deep arrangement, the overall sizes of a water intake window and a water consumption through it which guarantee optimum parameters of a selective water intake from the stratified reservoir is made.

Keywords: seismic and gravitational hazard, stratified reservoir, selective water intake, water intake window, contact initial boundary value problem, theories of surface and internal gravitational waves, ideal incompressible fluid.

Введение

Одним из самых сильных землетрясений, происшедших в последние десятилетия на Кавказе, является Рачинское землетрясение 1991 г. (Грузия) проявившееся по различным данным магнитудой $M=6,9-7,2$ [Папалашвили и др., 1997]. Это предполагает обращать пристальное внимание на факт возможного сейсмического воздействия и проектировать то или иное сооружение на рассматриваемой территории с учетом ожидаемого уровня сейсмической опасности и особенностей его проявления. В горных регионах Северного Кавказа к таким сооружениям, в частности, относятся гидротехнические сооружения [Klyuev, Vosikov, 2016], являющиеся основой ГЭС, которые обеспечивают безопасной и достаточно дешевой электрической энергией обширные урбанизированные территории и объекты промышленности. Такие сооружения включают водоемы или водохранилища. При этом любое достаточно большое водохранилище характеризуется, наряду с высокой гравитационной опасностью (возможность удара водной массы в случае прорыва плотины), повышенной экологической опасностью [Бурдзиева и др., 2012]. Необходимо отметить, что подобные сооружения, как правило, расположены в районах с высокой пересеченностью рельефа и достаточно неопределенными уровнем и проявлением ожидаемого сильного

сейсмического воздействия [Заалишвили и др., 2006]. Это предполагает уделять большое внимание адекватному учету указанных факторов путем постановки и решения соответствующих задач. Невозможность прямого изучения инструментальными методами особенностей функционирования искусственного водохранилища в относительно сжатые сроки эксплуатации обуславливает необходимость использования специальных методов моделирования, позволяющих разрабатывать надежную геофизическую основу инженерной сейсмозащиты ответственных объектов строительства [Еналдиев, Заалишвили, 2003; Заалишвили, Кранцфельд, 2014; Kozhiev, et al., 2017]. При этом создаются условия для математического моделирования сейсмических колебаний грунтовой толщи в основании гидротехнического сооружения [Заалишвили и др., 2008]. Обоснованность результатов математического моделирования реакции сооружения на сейсмическое воздействие обеспечивается по-возможности полным учетом возможной взаимосвязи изменения гравитационного поля и уровня микросейсмических колебаний с сейсмическими событиями и другими факторами, в частности, влиянием склона и др. на особенности проявления сейсмических колебаний, рассчитанных аналитическими, численными и аналитико-численными методами [Заалишвили и др., 2001, 2016, 2017]. При этом изучается зависимость спектральных характеристик сейсмических волн от строения верхней части разреза и других факторов, не всегда явно проявляющихся [Заалишвили, 2014; Zaalishvili, 2016; Zaalishvili et al., 2016]. Особое место в опорных положениях указанного алгоритма занимает интеграция базы данных вышеописанной геологической информации в моделирующую геоинформационную систему, позволяющих обеспечить необходимым содержанием информационную систему обеспечения градостроительной деятельности на основе информационной базы данных сейсмичности, сейсмического риска и других важных факторов [Заалишвили и др., 2012; Заалишвили, Кануков, 2016]. Вышеизложенное показывает то большое число проблем, которое необходимо решать для обеспечения рутинного функционирования гидротехнического сооружения, наполненного водой и находящегося в пределах склона большого горного образования, в свою очередь, отягощенного гравитационным влиянием составляющих масс. При этом предполагается исключение в процессе эксплуатации любых аварийных ситуаций обусловленных сильными сейсмическими воздействиями. Другой, не менее важной составляющей эксплуатации, является расширение возможностей гидротехнического сооружения, как промышленного предприятия. Ниже рассмотрен один из примеров использования возможностей такого предприятия и аналитико-численные пути обеспечения его инновационной реализации в виде забора воды из водохранилища [Музаев и др., 2018а, 2018б].

При плотностной стратификации водоема – источника водоснабжения промышленных предприятий в ряде случаев целесообразно забирать воду только из нижнего холодного слоя. Однако при близком расположении водозаборного окна к верхнему теплему слою и отбора воды через окно с большой скоростью на поверхности раздела слоев образуются волны. При некоторых значениях глубин слоев и скорости отбора воды поверхность раздела слоев может опускаться до верхней кромки окна. Такое положение называется верхним критическим положением. При этом происходит затекание воды в окно из верхнего теплого слоя водоема. В связи с этим водозаборные отверстия надо проектировать с тем расчетом, чтобы уровень волновой поверхности раздела слоев у водозаборного окна не опускался ниже верхней кромки окна.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНОГО ВОДОЗАБОРА ПРИ ЗАБОРЕ ВОДЫ ЧЕРЕЗ УЧАСТКИ ГРАНИ ВОДОЕМА

На рис. 1 представлена расчетная схема обратного селективного водозаборного процесса в двухслойном стратифицированном водоеме, когда вода забирается из обоих слоев через два окна, расположенные в разные стороны от поверхности раздела слоев.

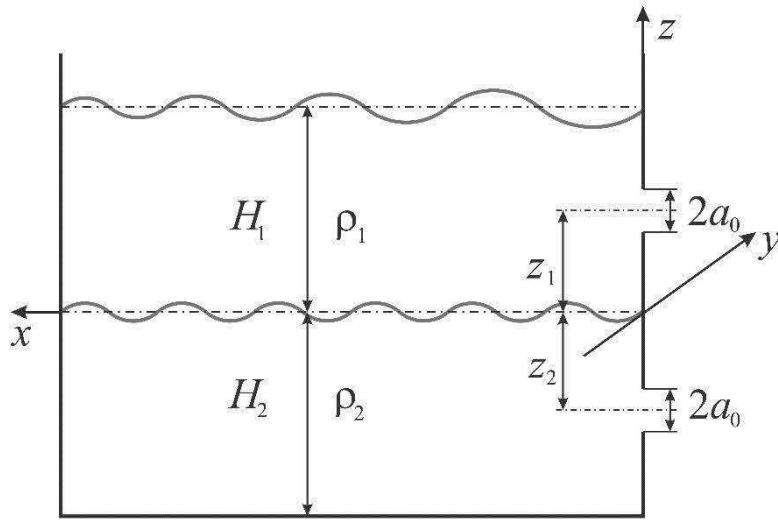


Рис. 1. Расчетная схема процесса синхронного забора воды из обоих слоев водоема

При этом полагается, что вода, забираемая из верхнего слоя, вместе с отработанной водой равномерно разбрызгивается на свободной поверхности водоема. Цель такого способа забора воды является уменьшение амплитуды колебания отметки поверхности раздела слоев у водозаборного окна (уменьшение вплоть до нуля) и, тем самым, обеспечения 100% селективного водозабора из нижнего слоя с высокими значениями расхода и скорости отбираемой воды.

Математическую модель вышеописанного селективного водозаборного процесса представляет следующая контактная начально-краевая задача из теории поверхностных и внутренних гравитационных волн в идеальной несжимаемой жидкости [Ламб, 1947; Музаев и др., 2016а, 2016б, 2016в; Музаев, Музаев, 2016; Музаев и др., 2018а, 2018б; Сретенский, 1977].

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial z^2} = \frac{2q_0(t)}{LB\varepsilon} Z_1(z) - \frac{q_0(t)}{LB\varepsilon} Z_2(z), 0 < Z < H_1, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial z^2} = \frac{q_0(t)}{LB\varepsilon} Z_3(z), \quad -H_2 < Z < 0, \quad (2)$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial t} = 0, \text{ при } t=0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{q_0(t)}{4a_0b_0} Z_4(z) Y(y), \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0, \quad \frac{\partial \varphi_1}{\partial y} \Big|_{y=B} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial \varphi_2}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{q_0(t)}{4a_0b_0} Z_5(z) Y(y), \frac{\partial \varphi_2}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad (6)$$

$$\frac{\partial \varphi_2}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0, \quad \frac{\partial \varphi_2}{\partial y} \Big|_{y=B} = 0, \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi_1}{\partial z} \Big|_{z=H_1} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial \varphi_1}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial z} \Big|_{z=0}, \rho_1 \left(\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi_1}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} = \quad (9)$$

$$= \rho_2 \left(\frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi_2}{\partial z} \right) \Big|_{z=0},$$

$$\frac{\partial \varphi_2}{\partial z} \Big|_{z=-H_2} = 0, \quad (10)$$

где приняты следующие обозначения: $\varphi_1(x, y, z, t)$ и $\varphi_2(x, y, z, t)$ - потенциалы скоростей пространственного нестационарного движения воды в верхнем и нижнем слоях соответственно. $q_0(t)$ - расход воды, забираемой из верхнего и нижнего слоя, $2a_0$ и $2b_0$ - высота и ширина водозаборных окон, ρ_1, H_1, ρ_2, H_2 - плотности и толщины слоев воды в верхнем и нижнем слоях соответственно, $Z_1(z), Z_2(z), Z_3(z), Z_4(z)$ - вспомогательные функции, имеющие следующий вид:

$$Z_1(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } H_1 - \varepsilon < z < H_1, \\ 0, & \text{при } 0 < z < H_1 - \varepsilon, \end{cases}$$

$$Z_2(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } 0 < z < \varepsilon, \\ 0, & \text{при } \varepsilon < z < H_1, \end{cases}$$

$$Z_3(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } -\varepsilon < z < 0, \\ 0, & \text{при } -H_2 < z < -\varepsilon, \end{cases} \quad (11)$$

$$Z_4(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } z_1 - a_0 < z < z_1 + a_0, \\ 0, & \text{при } 0 < z < z_1 - a_0, \quad \text{или } z_1 + a_0 < z < H_1, \end{cases}$$

$$Z_5(z) = \begin{cases} 1, & \text{при } -z_2 - a_0 < z < -z_2 + a_0, \\ 0, & \text{при } -H_2 < z < -z_2 - a_0 \text{ или } -z_2 + a_0 < z < 0, \end{cases}$$

Функция $Y(y)$ - также является вспомогательной функцией и задается в следующем виде:

$$Y(y) = \begin{cases} 1, & \text{при } y_0 - b_0 < y < y_0 + b_0, \\ 0, & \text{при } 0 < y < y_0 - b_0 \text{ или } y_0 + b_0 < y < B, \end{cases} \quad (12)$$

$$q_0(t) = \begin{cases} t, & \text{при } 0 \leq t \leq T_0, \\ 0, & \text{при } t > T_0, \end{cases} \quad (13)$$

ε - вспомогательная бесконечно малая величина

Правые стороны дифференциальных уравнений (1) и (2) составлены при следующих предположениях и допущениях:

1. В связи с оборотным водоснабжением суммарный расход воды, забираемой из верхнего и нижнего слоев, разбрызгивается на свободной поверхности водоема. В дифференциальном уравнении (1) этот процесс смоделирован как система источников непрерывно и равномерно, распределенных в области, ограниченной условиями $0 < x < L, 0 < y < B, H_1 - \varepsilon < z < H_1$. При $\varepsilon \rightarrow 0$ эта область сосредотачивается на свободной поверхности водоема

2. Дефицит воды в нижнем слое (т.е. $q_0(t)$) пополняется из верхнего слоя через поверхности раздела слоев. Этот процесс в дифференциальных уравнениях смоделирован как система стоков для верхнего слоя и источников для нижнего слоя, непрерывно и равномерно распределенных в области, ограниченной условиями $0 < x < L, 0 < y < B, 0 < z < \varepsilon$, для верхнего слоя и $0 < x < L, 0 < y < B, -\varepsilon < z < 0$ для нижнего слоя. Очевидно, что при $\varepsilon \rightarrow 0$ эти области сосредотачиваются на поверхности раздела слоев

3. Расход воды забираемой из нижнего слоя, равен расходу воды, забираемой из верхнего слоя

4. Габаритные размеры окон $2a_0$ и $2b_0$ для обоих окон одинаковы.

5. Отметки центров водозаборных окон $|z_1|$ и $|z_2|$ могут быть выбраны разные.

6. Водозаборные окна открываются одновременно.

7. Из-за постоянства балансов воды в слоях, средние значения толщин слоев H_1 и H_2 сохраняют постоянные значения (объем забираемой воды в единицу времени в каждом слое равен объему возвращенной воды в единицу времени в том же слое)

При известных потенциалах φ_1 и φ_2 уравнение волновой поверхности раздела слоев воды определяется с помощью следующего выражения:

$$\eta(x, y, t) = \frac{\rho_1}{(\rho_2 - \rho_1)g} \frac{\partial \varphi_1(x, y, z, t)}{\partial t} \Big|_{z=0} - \frac{\rho_2}{(\rho_2 - \rho_1)g} \frac{\partial \varphi_2(x, y, z, t)}{\partial t} \Big|_{z=0}. \quad (14)$$

Приступая к решению поставленной контактной начально-краевой задачи (1) – (14) сперва выполняется интегральное преобразование Лапласа по временной переменной t [1]. Начально-краевая задача в изображениях запишется так:

$$\Delta \tilde{\varphi}_1(x, y, z) = \frac{2\tilde{q}_0}{LB\varepsilon} Z_1(z) - \frac{\tilde{q}_0}{LB\varepsilon} Z_2(z), 0 < z < H_1, \quad (15)$$

$$\Delta \tilde{\varphi}_2(x, y, z) = \frac{\tilde{q}_0}{LB\varepsilon} Z_3(z), -H_2 < z < 0, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{\tilde{q}_0}{4a_0b_0} Z_4(z) Y(y), \frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad (17)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0, \quad \frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial y} \Big|_{y=B} = 0, \quad (18)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{\tilde{q}_0}{4a_0b_0} Z_5(z) Y(y), \frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad (19)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0, \quad \frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial y} \Big|_{y=B} = 0, \quad (20)$$

$$\left(p^2 \tilde{\varphi}_1 + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial z} \right) \Big|_{z=H_1} = 0, \quad (21)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial z} \Big|_{z=0}, \quad (22)$$

$$\rho_1 \left(p^2 \tilde{\varphi}_1 + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_1}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} = \rho_2 \left(p^2 \tilde{\varphi}_2 + g \frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} \\ \frac{\partial \tilde{\varphi}_2}{\partial z} \Big|_{z=-H_2} = 0, \quad (23)$$

$$\tilde{\eta}(x, y, p) = \frac{p}{(\rho_2 - \rho_1)g} [\rho_1 \tilde{\varphi}_1(x, y, z) \Big|_{z=0} - \rho_2 \tilde{\varphi}_2(x, y, z) \Big|_{z=0}], \quad (24)$$

где Δ - дифференциальный оператор Лапласа,

P - параметр преобразования в интегральном преобразований Лапласа, имеющий следующий вид

$$\tilde{\varphi}_i(x, y, z, p) = \int_0^\infty \varphi_i(x, y, z, t) e^{-pt} dt, \quad i = 1, 2. \quad (25)$$

Далее применены последовательно конечные косинус интегральные преобразования Фурье по переменным x и y .

$$\tilde{\varphi}_{i,n}(y, z, p) = \int_0^L \tilde{\varphi}_i(x, y, z, p) \cos \frac{n\pi}{L} x dx, \quad (26)$$

$$\tilde{\varphi}_{i,n,m}(z, p) = \int_0^B \tilde{\varphi}_{i,n}(y, z, p) \cos \frac{m\pi}{B} y dy, \quad (27)$$

$$i = 1, 2, \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad m = 0, 1, 2, \dots,$$

В результате этих преобразований краевая задача (13)–(22) приводится к следующему виду:

при $m + n > 0$,

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m}}{dz^2} - \lambda_{n,m}^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m} = -\frac{\tilde{q}_0}{4a_0 b_0} Z_4(z) \alpha_m, \quad (28)$$

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{2,n,m}}{dz^2} - \lambda_{n,m}^2 \tilde{\varphi}_{2,n,m} = -\frac{\tilde{q}_0}{4a_0 b_0} Z_5(z) \alpha_m, \quad (29)$$

$$\left(p^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m} + g \frac{d\tilde{\varphi}_{1,n,m}}{dz} \right) \Big|_{z=H_1} = 0, \quad (30)$$

$$\frac{d\tilde{\varphi}_{1,n,m}}{dz} \Big|_{z=0} = \frac{d\tilde{\varphi}_{2,n,m}}{dz} \Big|_{z=0}, \quad (31)$$

$$\rho_1 \left(p^2 \tilde{\varphi}_{1,n,m} + g \frac{d\tilde{\varphi}_{1,n,m}}{dz} \right) \Big|_{z=0} = \rho_2 \left(p^2 \tilde{\varphi}_{2,n,m} + g \frac{d\tilde{\varphi}_{2,n,m}}{dz} \right) \Big|_{z=0}, \quad (32)$$

$$\frac{d\tilde{\varphi}_{2,n,m}}{dz} \Big|_{z=-H_2} = 0, \quad (33)$$

$$\alpha_m = \int_0^B Y(y) \cos a_m y dy, \quad a_m = \frac{m\pi}{B}, \quad (34)$$

при $m = n = 0$

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{1,0,0}}{dz^2} = \frac{2\tilde{q}_0}{\varepsilon} z_1(z) - \frac{\tilde{q}_0}{\varepsilon} z_2(z) - \frac{\tilde{q}_0}{4a_0 b_0} \alpha_0 \cdot z_4(z), \quad (35)$$

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{2,0,0}}{dz^2} = \frac{\tilde{q}_0}{\varepsilon} z_3(z) - \frac{\tilde{q}_0}{4a_0 b_0} \alpha_0 \cdot z_5(z), \quad (36)$$

$$\left(P^2 \tilde{\varphi}_{1,0,0} + g \frac{d\tilde{\varphi}_{1,0,0}}{dz} \right) \Big|_{z=H_1} = 0, \quad (37)$$

$$\frac{d\tilde{\varphi}_{1,0,0}}{dz} \Big|_{z=0} = \frac{d\tilde{\varphi}_{2,0,0}}{dz} \Big|_{z=0}; \quad \rho_1 \left(P^2 \tilde{\varphi}_{1,0,0} + g \frac{d\tilde{\varphi}_{1,0,0}}{dz} \right) \Big|_{z=0} = \quad (38)$$

$$= \rho_2 \left(P^2 \tilde{\varphi}_{2,0,0} + g \frac{d\tilde{\varphi}_{2,0,0}}{dz} \right) \Big|_{z=0}, \quad \frac{d\tilde{\varphi}_{2,0,0}}{dz} \Big|_{z=-H_2} = 0. \quad (39)$$

В результате решения краевых задач (28)–(39) и последовательного выполнения обратного интегрального преобразования Лапласа (25) и обратных косинус интегральных преобразований Фурье (26) и (27), для уравнения волновой поверхности раздела слоев получится следующая совокупность расчетных формул:

$$\begin{aligned}
\eta(x, y, t) = & \frac{2}{L \cdot B} \sum_{m=1}^{\infty} \eta_{0,m}^{(1)}(t) \cos a_m y + \frac{2}{L \cdot B} \sum_{n=1}^{\infty} \eta_{n,0}^{(1)}(t) \cos a_n x + \\
& + \frac{4}{L \cdot B} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \eta_{n,m}^{(1)}(t) \cos a_n x \cos a_m y + \frac{2}{L \cdot B} \sum_{m=1}^{\infty} \eta_{0,m}^{(2)}(t) \cos a_m y + \\
& + \frac{2}{L \cdot B} \sum_{n=1}^{\infty} \eta_{n,0}^{(2)}(t) \cos a_n x + \\
& + \frac{4}{L \cdot B} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \eta_{n,m}^{(2)}(t) \cos a_n x \cos a_m y,
\end{aligned} \tag{40}$$

где приняты следующие обозначения:

$$a_n = \frac{n\pi}{L}, a_m = \frac{m\pi}{B}, \lambda_{n,m} = \sqrt{a_n^2 + a_m^2}, \tag{41}$$

$$\eta_{0,m}^{(1)}(t) = \eta_{n,m}^{(1)}(t)|_{n=0}, \quad \eta_{n,0}^{(1)}(t) = \eta_{n,m}^{(1)}(t)|_{m=0}, \tag{42}$$

$$\eta_{0,m}^{(2)}(t) = \eta_{n,m}^{(2)}(t)|_{n=0}, \quad \eta_{n,0}^{(2)}(t) = \eta_{n,m}^{(2)}(t)|_{m=0}, \tag{43}$$

$$\eta_{n,m}^{(1)}(t) = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{q_0}{4a_0 b_0} \frac{\alpha_m t h \lambda_{n,m} H_2}{S_{n,m}(\omega_{2,n,m}^2 - \omega_{1,n,m}^2)}. \tag{44}$$

$$\cdot [I_{1,n,m} \cdot \Phi_{1,n,m}(t) + g \lambda_{n,m} I_{2,n,m} \cdot \Phi_{2,n,m}(t)],$$

$$\eta_{n,m}^{(2)}(t) = \frac{q_0 \alpha_m}{4a_0 b_0} \frac{I_{3,n,m}}{S_{n,m}(\omega_{2,n,m}^2 - \omega_{1,n,m}^2)}. \tag{45}$$

$$\cdot [\Phi_{1,n,m}(t) + g \lambda_{n,m} \cdot t h \lambda_{n,m} H_1 \cdot \Phi_{2,n,m}(t)],$$

$$I_{1,n,m} = \frac{e^{-\lambda_{n,m}(z_1-a_0)} + e^{-\lambda_{n,m}(2H_1-z_1+a_0)} - e^{-\lambda_{n,m}(z_1+a_0)}}{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_1}) - e^{-\lambda_{n,m}(2H_1-z_1-a_0)}} - \frac{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_1})'}{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_1})'}$$

$$I_{2,n,m} = \frac{e^{-\lambda_{n,m}(z_1-a_0)} - e^{-\lambda_{n,m}(2H_1-z_1+a_0)} - e^{-\lambda_{n,m}(z_1+a_0)}}{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_1}) - e^{-\lambda_{n,m}(2H_1-z_1-a_0)}} + \frac{e^{-\lambda_{n,m}(2H_1-z_1-a_0)}}{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_1})'}$$

$$I_{3,n,m} = \frac{e^{-\lambda_{n,m}(z_2+a_0)} - e^{-\lambda_{n,m}(2H_2-z_2-a_0)} - e^{-\lambda_{n,m}(z_2-a_0)}}{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_2}) - e^{-\lambda_{n,m}(2H_2-z_2+a_0)}} + \frac{e^{-\lambda_{n,m}(2H_2-z_2+a_0)}}{\lambda_{n,m}(1 + e^{-2\lambda_{n,m}H_2})'}$$

$$S_{n,m} = 1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} t h \lambda_{n,m} H_1 \cdot t h \lambda_{n,m} H_2 \tag{49}$$

$$\omega_{1,n,m} = \sqrt{g \lambda_{n,m} \frac{t h \lambda_{n,m} H_1 + t h \lambda_{n,m} H_2 - \sqrt{D_{n,m}}}{2S_{n,m}}}, \tag{50}$$

$$\omega_{2,n,m} = \sqrt{g\lambda_{n,m} \frac{th \lambda_{n,m}H_1 + th \lambda_{n,m}H_2 + \sqrt{D_{n,m}}}{2S_{n,m}}}, \quad (51)$$

$$D_{n,m} = (th \lambda_{n,m}H_1 - th \lambda_{n,m}H_2)^2 + 4 \frac{\rho_1}{\rho_2} th \lambda_{n,m}H_1 \cdot th \lambda_{n,m}H_2 \cdot \left(1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} th \lambda_{n,m}H_1 \cdot th \lambda_{n,m}H_2 - th \lambda_{n,m}H_1 \cdot th \lambda_{n,m}H_2\right), \quad (52)$$

$$th \lambda_{n,m}H_1 = \frac{1-e^{-2\lambda_{n,m}H_1}}{1+e^{-2\lambda_{n,m}H_1}}, \quad th \lambda_{n,m}H_2 = \frac{1-e^{-2\lambda_{n,m}H_2}}{1+e^{-2\lambda_{n,m}H_2}}, \quad (53)$$

$$\Phi_{1,n,m}(t) =$$

$$\begin{cases} \frac{1}{T_0} (\cos \omega_{1,n,m}t - \cos \omega_{2,n,m}t), \text{ при } 0 \leq t \leq T_0, \\ \frac{1}{T_0} (\cos \omega_{1,n,m}t - \cos \omega_{1,n,m}(t - T_0) - \\ - \cos \omega_{2,n,m}t + \cos \omega_{2,n,m}(t - T_0)), \text{ при } t > T_0. \end{cases} \quad (54)$$

$$\varphi_{2,n,m}(t) = \begin{cases} \frac{1}{T_0} \left(\frac{1 - \cos \omega_{1,n,m}t}{\omega_{1,n,m}^2} - \frac{1 - \cos \omega_{2,n,m}t}{\omega_{2,n,m}^2} \right), \text{ при } 0 \leq t \leq T_0, \\ \frac{1}{T_0} \left[\frac{\cos \omega_{1,n,m}(t - T_0) - \cos \omega_{1,n,m}t}{\omega_{1,n,m}^2} - \right. \\ \left. - \frac{\cos \omega_{2,n,m}(t - T_0) - \cos \omega_{2,n,m}t}{\omega_{2,n,m}^2} \right], \text{ при } t > T_0. \end{cases} \quad (55)$$

Для плоской (вертикально двухмерной) задачи двукратные ряды обнуляются, и при условии $T_0 \rightarrow 0$ для $\eta(x, t)$ - получается следующее выражение:

$$\eta(x, t) = \frac{2}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \eta_n^{(1)}(t) \cos a_n x + \frac{2}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \eta_n^{(2)}(t) \cos a_n x, \quad (56)$$

$$\eta_n^{(1)}(t) = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{q_0}{2a_0} \frac{tha_n H_2}{S_n(\omega_{2,n}^2 - \omega_{1,n}^2)} [I_{1,n} \Phi_{1,n}(t) + ga_n I_{2,n} \Phi_{2,n}(t)], \quad (57)$$

$$\eta_n^{(2)}(t) = \frac{q_0}{2a_0} \frac{I_{3,n}}{S_n(\omega_{2,n}^2 - \omega_{1,n}^2)} [\Phi_{1,n}(t) + ga_n tha_n H_1 \cdot \Phi_{2,n}(t)], \quad (58)$$

$$I_{1,n} = \frac{e^{-a_n(Z_1 - a_0)} + e^{-a_n(2H_1 - Z_1 + a_0)} - e^{-a_n(Z_1 + a_0)} - e^{-a_n(2H_1 - Z_1 - a_0)}}{a_n(1 + e^{-2a_n H_1})}, \quad (59)$$

$$I_{2,n} = \frac{e^{-a_n(Z_1 - a_0)} - e^{-a_n(2H_1 - Z_1 + a_0)} - e^{-a_n(Z_1 + a_0)} + e^{-a_n(2H_1 - Z_1 - a_0)}}{a_n(1 + e^{-2a_n H_1})}, \quad (60)$$

$$I_{3,n} = \frac{e^{-a_n(Z_2 + a_0)} - e^{-a_n(2H_2 - Z_2 - a_0)} - e^{-a_n(Z_2 - a_0)} + e^{-a_n(2H_2 - Z_2 + a_0)}}{a_n(1 + e^{-2a_n H_1})}, \quad (61)$$

$$S_n = 1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} tha_n H_1 \cdot tha_n H_2, \quad (62)$$

$$D_n = (tha_n H_1 - tha_n H_2)^2 + 4 \frac{\rho_1}{\rho_2} tha_n H_1 \cdot tha_n H_2 \cdot (S_n - tha_n H_1 tha_n H_2), \quad (63)$$

$$\omega_{1,n} = \sqrt{ga_n \frac{tha_n H_1 + tha_n H_2 - \sqrt{D_n}}{2S_n}}, \quad (64)$$

$$\omega_{2,n} = \sqrt{ga_n \frac{tha_n H_1 + tha_n H_2 + \sqrt{D_n}}{2S_n}}, \quad (65)$$

$$\Phi_{1,n}(t) = \omega_{2,n} \sin \omega_{2,n} t - \omega_{1,n} \sin \omega_{1,n} t, \quad (66)$$

$$\Phi_{2,n}(t) = \frac{\sin \omega_{1,n} t}{\omega_{1,n}} - \frac{\sin \omega_{2,n} t}{\omega_{2,n}}, \quad (67)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

На основе вышеприведенной последовательности формул были составлены алгоритм и компьютерная программа автоматизации вычислительных процедур для проектирования синхронного водозаборного устройства, обеспечивающего селективный водозабор из нижнего слоя.

На рис. 2 и 3 представлены графики зависимости отметки уровня поверхности раздела слоев у водозаборного окна когда вода забирается только из верхнего слоя либо только из нижнего слоя, а также при синхронном заборе воды из нижнего и верхнего слоев. Как показывают указанные графики при синхронном заборе воды из нижнего и верхнего слоев поверхность раздела слоев практически неподвижна при любых значениях скорости водоотборов с тем условием, что будет соблюдено критериальное условие устойчивости двух разнотечных потоков.

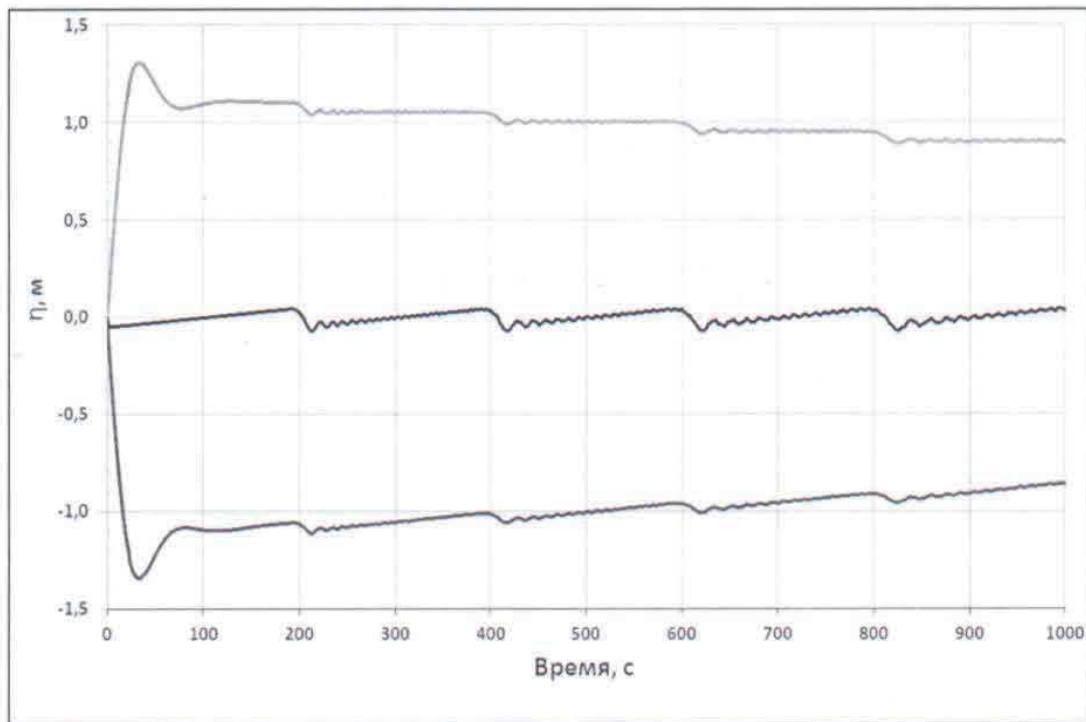


Рис. 2. График зависимости от времени уровня поверхности раздела слоев у водозаборного окна при отборе только из верхнего слоя (верхний), только из нижнего слоя (нижний), при синхронном заборе из нижнего и верхнего слоев (промежуточный).

Синхронный водозабор $L = 1000$, $T_0 = 0,1$, $a_0 = 0,25$, $H_1 = 5,0$, $H_2 = 5,0$, $Z_0 = 0,0$, $\rho_1 = 1000$, $\rho_2 = 1002$, $V_0 = 1$, $B = 1$, $b_0 = 0,5$. Число итераций NITER=2000.

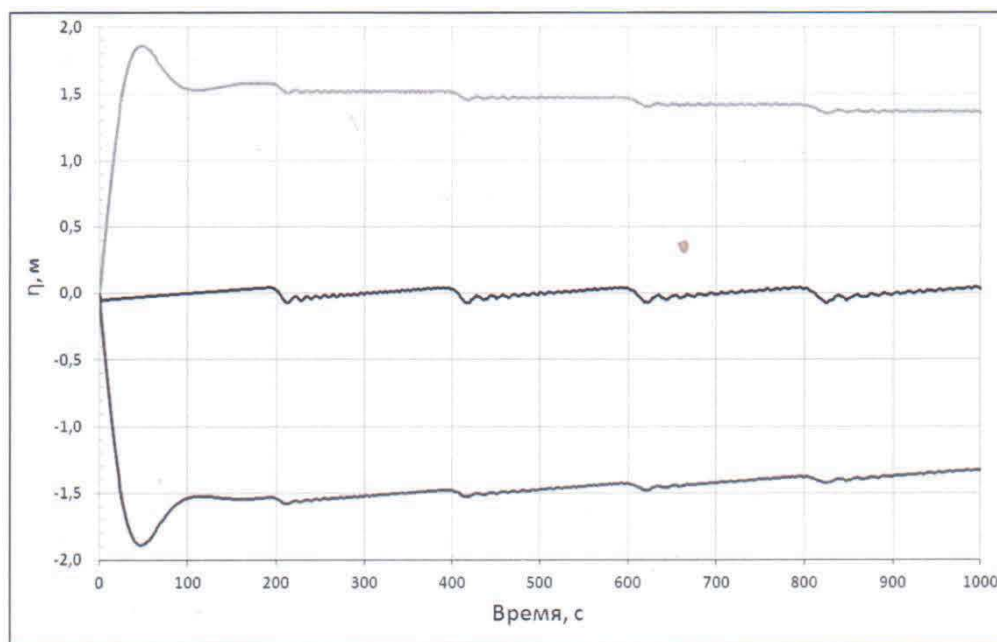


Рис. 3. График зависимости от времени уровня поверхности раздела слоев у водозаборного окна при отборе только из верхнего слоя (верхний), только из нижнего слоя (нижний), при синхронном заборе из нижнего и верхнего слоев (промежуточный).

Синхронный водозабор $L = 1000$, $T_0 = 0,1$, $a_0 = 0,25$, $H_1 = 5,0$, $H_2 = 5,0$, $\rho_1 = 1000$, $\rho_2 = 1001$, $V_0 = 1$, $B = 1$, $b_0 = 0,5$. Число итераций NITER=2000.

Выводы

Рассмотрены основы функционирования гидротехнического сооружения в горном регионе, характеризующемся высокой сейсмической опасностью. Составлена математическая модель селективного водозаборного процесса в двухслойном стратифицированном водоеме, когда вода забирается синхронно из обоих слоев. Модель представляет контактную начально-краевую задачу гидродинамической теории поверхностных и внутренних гравитационных волн в идеальной несжимаемой жидкости.

Для такой схемы водозабора получены расчетные формулы, позволяющие с привлечением компьютера автоматизировать сложные вычислительные процедуры гидравлических расчетов и проектирования водозаборных устройств, обеспечивающих селективный водозабор из нижнего слоя.

Характерной особенностью такого водозабора является то, что при синхронном заборе из обоих слоев первоначальное горизонтальное положение поверхности раздела слоев не нарушается даже при высоких скоростях и расходах забираемых через окно вод. Следовательно, при таком способе забора воды гарантирован селективный водоотбор сравнительно при высоких скоростях и расходах водоотборов из слоев водоема.

Литература

1. Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Об экологических аспектах современной урбанизированной территории при сильных землетрясениях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2012. № 3. С. 62-67.
2. Еналдиев А.Ф., Заалишвили В.Б. Моделирование процессов природных катастроф // В сборнике: Информационные технологии и системы: новые информационные технологии

- в науке, образовании, экономике Материалы Международной научно-технической конференции. 2003. С. 168-174.
3. Заалишвили В.Б., Тимченко И.Э., Джавришвили И.А., Отинашвили М.Г. Расчет нелинейных колебаний грунтовой толщи с помощью численного способа МКЭ "Limit-1" сейсмического микрорайонирования // В книге: IV Российская национальная конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию с международным участием 2001. С. 44.
 4. Заалишвили В.Б., Габеева И.Л., Гогмачадзе С.А. Оценка сейсмической опасности грунтов при сильных землетрясениях в условиях пересеченного рельефа в горных районах // В книге: Системные исследования современного состояния и пути развития Юга России (природа, общество, человек) Тезисы докладов международной научной конференции. 2006. С. 135-136.
 5. Заалишвили В.Б., Музаев И.Д., Туаева Ж.Д. Математическое моделирование сейсмических колебаний грунтовой толщи в основании застройки // В сборнике: Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и РСО-А, Заалишвили В.Б. (редактор), Владикавказский научный центр РАН и РСО-А. 2008. С. 290-298.
 6. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Кануков А.С. Информационная система обеспечения градостроительной деятельности на основе информационной базы данных сейсмичности и сейсмического риска // Информатизация и связь. 2012. № 5. С. 14-18.
 7. Заалишвили В.Б., Кранцфельд Я.Л. Геофизическая основа инженерной сейсмозащиты ответственных объектов строительства // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 1. С. 39-50.
 8. Заалишвили В.Б. Зависимость спектральных характеристик сейсмических волн от строения верхней части разреза // Геология и геофизика Юга России. 2014. № 4. С. 15-44.
 9. Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Мельков Д.А. О возможной взаимосвязи изменения гравитационного поля и уровня микросейсмических колебаний с сейсмическими событиями // Геология и геофизика Юга России. 2016. № 2. С. 20-26
 10. Заалишвили В.Б., Кануков А.С. Интеграция базы данных геологической информации в моделирующую геоинформационную систему // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 82-88
 11. Заалишвили В.Б., Малиев И.Н., Мельков Д.А., Габараев А.Ф. Исследование влияния склона на особенности сейсмических колебаний методом конечных элементов // Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований. Коллективная монография. Владикавказ, 2017. С. 306-316.
 12. Ламб Г. Гидродинамика. М.:ОГИЗ. 1947.-929 с.
 13. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Теоретические положения автоматизации проектирования селективных водозаборных устройств // Вычислительные технологии», том 21, № 4, 2016а с. 99-110.
 14. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Математическая модель, алгоритм и программа для проектирования селективных водозаборных систем // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Технические науки». 2016б, № 1, с. 84-90.
 15. Музаев И.Д., Музаев Н.И. Разработка гидродинамического метода расчета селективного водозаборного процесса // Вестник Владикавказского научного центра РАН. Том 16, № 4, 2016, С. 68-73

16. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Гидродинамический метод расчета селективного водозаборного процесса в водоеме с непрерывной по всей глубине плотностной стратификацией // Вычислительные технологии, том 23, № 1, 2018а, С. 73-84.
17. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Способ водозабора из стратифицированного водоема // Патент РФ № 2648259 от 23.03.2018б
18. Папалашвили В.Г., Варазанашивили О.Ш., Гогмачадзе С.А., Заалишвили В.Б., Кипиани Д.Г., Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.Г., Чачава Т.Н., Айвазишвили И.В. Рача-Джавское землетрясение 29 апреля 1991 г. // В сборнике: Землетрясения в СССР в 1991 году Сборник научных трудов. Москва, 1997. С. 18-25.
19. Сретенский Л.Н. Теория волновых движений жидкости М.: Наука 1977, 815с.
20. Klyuev, R.V., Bosikov, I.I. Research of water-power parameters of small hydropower plants in conditions of mountain territories // 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 – Proceedings, 2016, 7911420
21. Kozhiev, H.H., Klyuev, R.V., Bosikov, I.I., Youn, R.B. Analysis of management of mine ventilation networks using simulation models // Sustainable Development of Mountain Territories, 9(4), 2017, с. 414-418,
22. Zaalishvili V. Spectral characteristics of seismic waves at strong ground motions // International Journal of GEOMATE. 2016. Т. 10. № 2. С. 1706-1717.
23. Zaalishvili V., Melkov D., Kanukov A., Dzeranov B. Spectral temporal features of seismic loadings on the basis of strong motion wavelet database // International Journal of GEOMATE. 2016. Т. 10. № 1. С. 1656-1661

УДК 502.5(470.67)

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-45-50

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА*Газалиев И.М.**Институт геологии ДНЦ РАН*

Представлены результаты оценки воздействия на окружающую среду разведки и разработки месторождений нефти и газа Южно-Сухокумской группы месторождений Северного Дагестана. Оценка выполнена матричным методом с учетом масштабов возможных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, почвенную и водную среду в процессе осуществления разведки и добычи углеводородного сырья.

Ключевые слова: месторождения нефти и газа, оценка воздействия на окружающую среду, компоненты окружающей природной среды, загрязняющие вещества.

ESTIMATION OF THE IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF OIL AND GAS PRODUCTION
AT THE FIELDS OF THE FREEWAY OF DAGHESTAN*Gazaliev I.G.**Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences*

The results of the environmental impact assessment of the exploration and development of the oil and gas fields of the South Sukhokum group of deposits in Northern Dagestan are presented. The assessment is carried out on a matrix method, taking into account the scale of possible emissions of pollutants into the atmosphere, the soil and water environment in the process of exploration and production of hydrocarbon raw materials.

Keywords: oil and gas fields, environmental impact assessment, components of the environment, pollutants.

Разработка месторождений нефти и газа неизбежно связана с негативным воздействием на окружающую природную среду (ОПС) [1]. Оно проявляется в загрязнении атмосферы, природных вод и почв за счет попадания высокоминерализованных сточных вод нефтегазопромыслов, нефти и нефтепродуктов, химреагентов и аэрозолей. В результате происходят определенные геохимические изменения в ландшафтах; почвы теряют продуктивность, поверхностные и подземные воды не могут быть использованы для питьевых и хозяйственных целей. Последствия загрязнения могут стать причиной нарушения нормального роста или гибели наземной растительности и водных организмов. Оценка воздействия на окружающую среду добычи нефти и газа выполняется на основе материалов по оценке современного состояния окружающей среды с учетом источников и масштабов возможных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, почвенную и водную среду в процессе осуществления разведки и добычи углеводородного сырья. Оценка современного состояния окружающей среды, проведенная авторами для изучаемых месторождений, приведена в работе [2]. Прогноз изменения состояния ОПС под воздействием нефтегазопромысловых работ выполнен матричным методом [3] по результатам исследований, проведенных на 36 площадях Южно-Сухокумской группы месторождений Равнинного Дагестана, и представлен в таблице 1.

Матрицы ответных реакций - основа для составления унифицированных шкал оценки интенсивности экологических сдвигов в состоянии природы в связи с тем или другим видом техногенного воздействия.

В матрице по оси ординат даются компоненты и элементы природных комплексов, на которые прогнозируются воздействия; по оси абсцисс – шкала балльных оценок воздействий: -2 (сильное отрицательное воздействие), -1 (слабые отрицательные воздействия), 0 (отсутствие отрицательных воздействий или незначительное воздействие). В клетках матрицы приводятся интегрированные ответные реакции компонентов природы, соответствующие той или иной степени воздействия.

Таблица № 1.

Балльная оценка степени возможных изменений природных объектов.

Объекты природной среды	Баллы	-2	-1	0	Степень воздействия на площадях		
	Изменение природной среды	Сильное отрицательное воздействие	Слабое отрицательное воздействие	Отсутствие отрицат. или незначительное воздействие	Бурение скважин	Эксплуатация скважин	Аварийные ситуации
1	2	3	4	5	6		
Геологическая среда	Изменение инженерно-геологических условий месторождения	Крупные проседания с образованием новых форм рельефа, развитием трещиноватости. Обширные области изменений мех. свойств, влияющих на устойчивость свода, образование пустот и некомпенсированных нагрузок.	Слабое изменение безобразования новых форм рельефа. Локальные изменения физико-механических свойств, не приводящих к существенным преобразованиям.	Малозаметные изменения параметров морфоструктурных элементов. Незначительные изменения, ограниченные по площади.	0	0	0
Почвенно-растительный покров	Почвенный покров	Разрушение почвенного покрова и образование новых форм рельефа - овраги, промоины, котлы выдувания (на значительной площади вне земельного отвода)	Слабые изменения: срыв дернины, смыв верхних или размыв горизонтов почв (без образования форм рельефа), частичный размыв насыпи.	Слабое и локальное проявление эрозионных процессов	0	0	-1
	Физико-химические параметры	Битуминизация почв и грунтов, изменение окислительно-восстановительных условий; формирование обширных мощных ореолов загрязнения; ошелачивание почв, их вторичное осолонцевание гибель биоты, усиление глеегенеза, развитие болотного процесса, образование сероводородных форм глеегенеза.	Частичная гибель биоты изменение качества продукции, накопление битуминозных веществ, слабое изменение вторичных хим. процессов, усиление глеегенеза.	Незначительное снижение продуктивности, незначительное изменение качества продукции, слабое изменение вторичных процессов, слабый глеегенез.	0	0	0
	Растительный покров	Гибель растительности на значительных участках вне зоны землеотвода. Возможность восстановления вследствие Эродированности отсутствует.	Гибель растительности на небольшом количестве участков, с последующей возможностью рекультивации или самовосстановления.	Гибель растительности только в зоне производства строительных работ	0	0	-1
Поверхностные и грунтовые воды	Загрязнение вод.	Загрязнение нефтью и нефтепродуктами, оседание на дно и загрязнение берегов; изменение минерализации, гибель биоты.	Слабое загрязнение нефтью и нефтепродуктами (до гигиенического ПДК), слабое изменение минерализации, частичное изменение структуры биоты.	Изменение качества воды незначительное (загрязнение ниже ПДК для рыбохозяйственных водоемов), нет заметных изменений в составе и качестве биоты.	0	0	0
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха по ингрдиентам.	> ПДК	< ПДК	< 0.5 ПДК	0	0	-2

Атмосферный воздух

Для оценки возможного изменения состояния атмосферного воздуха рассчитаны приземные концентрации на границе санитарно-защитных зон (СЗЗ) действующих источников загрязнения. Результаты расчетов рассеивания вредных веществ в атмосфере показывают, что при нормальном процессе строительстве скважин, с соблюдением всех технологических нормативов, содержание загрязняющих компонентов в воздухе на границе СЗЗ (1000 м) не будут превышать ПДК ни по одному загрязняющему веществу. Это позволяет прогнозировать незначительное, оцениваемое нулевым баллом, воздействие на природную среду и здоровье населения при нормальной работе по бурению и ремонту скважин. Воздействие на атмосферный воздух при эксплуатации скважин будет определяться выбросами от групповой установки (ГУ). При нормальном режиме эксплуатации ГУ в пределах СЗЗ (1000 м) содержания загрязняющих веществ не превышают ПДК. Таким образом, воздействие на атмосферный воздух в процессе эксплуатации скважин можно оценить как незначительное (балл 0).

Таблица № 2

Результаты расчетов рассеивания вредных веществ в атмосфере при аварийных ситуациях

Наименование вещества	Расстояние от источника до точки, где достигается ПДК, м	Расчетная приземная концентрация в долях ПДК на границе СЗЗ (1000 м)
Аварийная ситуация. Возгорание фонтанирующей скважины		
Окислы азота	730-5070	20,3-35,3
Оксид углерода	2510-3900	5,5-7,3
Диоксид серы	1420-3820	1,6-17,7
Сероводород	5170-6130	39,7-43,5
С а ж а	2610-8230	9,0-73,0
Группа суммаций	510-6020	20,6-43,6
Аварийная ситуация на ГУ. Возгорание резервуара		
Окислы азота	1840-3214	2,7-34,6
Оксид углерода	1030-2170	0,9-12,2
Диоксид серы	540-1715	0,5-1,8
Сероводород	2010-2325	4,2-5,9
С а ж а	750-2705	0,4-6,6
Группа суммаций	2200-3300	4,6-15,5
Порыв нефтепровода. Возгорание разлившейся нефти		
Окислы азота	2810-4450	8,4-10,5
Оксид углерода	825-1815	1,8-2,7
Диоксид серы	2420-2750	5,7-8,2
Сероводород	3350-3810	12,8-18,4
С а ж а	3650-6600	20,7-70,3
Группа суммаций	3610-4450	11,6-18,4

При аварийных ситуациях (возгорание фонтанирующей скважины, Возгорание резервуаров на ГУ, порыв нефтепровода и возгорание разлившейся нефти) концентрации большинства ингредиентов выбросов в пределах СЗЗ будут превышать ПДК и загрязнение, превышающее ПДК, распространяется на значительные расстояния (см. таблицу 2). Такое воздействие оценивается на атмосферу как сильное отрицательное (балл -2). Следует отметить, что сильное отрицательное воздействие на атмосферный воздух при аварийных ситуациях носит кратковременный характер и после ликвидации аварий состояние атмосферы нормализуется.

Геологическая среда

На период бурения и эксплуатации скважин разработаны технологические мероприятия, достаточные для предотвращения перетоков флюидов и попадания бурового раствора в пласт.

Апшеронские водоносные горизонты, несомненно, требуют защиты от возможного загрязнения при бурении скважин на более глубокие отложения. С этой целью предусмотрена проходка этих отложений на растворах без экологически вредных добавок и химреагентов, а также плотностью, практически не создающей репрессии на пласт, что исключает поглощения в коллекторах и минимальную фильтрацию через глинистую корку.

Действующие временно пристенные напряжения на горную породу в ореоле диаметра скважины компенсируются опускаемыми обсадными колоннами, т.е. при соблюдении технологической дисциплины и надлежащем контроле не произойдут изменения гидродинамических и геохимических параметров вскрываемого геологического разреза.

Аварийные ситуации могут привести к локальным изменениям физико-механических свойств пород разреза, не приводящим к существенным преобразованиям геологической среды, что оценивается баллом –1.

Следствием длительной эксплуатации месторождений может быть снижение пластового давления в продуктивных пластах, что однако, не вызывает изменений инженерно-геологических условий месторождений, обуславливающих проседания, изменения форм рельефа, формирование обширных областей изменений физико-механических параметров пород разреза и т.д. Практический опыт работы ОАО «НК «Роснефть» - Дагнефть» свидетельствует об отсутствии ландшафтных изменений за период разведки и эксплуатации месторождений Равнинного Дагестана.

Почвенно-растительный покров

Любой объект нефтегазодобывающего комплекса при строительстве и эксплуатации взаимодействует с территорией и геологической средой.

При разработке оценки воздействия определены характер землепользования, площади отчуждаемых для строительства земель, изменения рельефа территории, выявлены размеры предполагаемой зоны загрязнения от выбросов объекта, характер проявления и развития опасных геологических процессов.

Структура земельного фонда района месторождений оказывает его однообразный характер, земли используются под пастбища. Участки под строительство буровых занимают низкопродуктивные пастбища и расположены так, что не происходит нарушения межхозяйственных связей, они не препятствуют основному сельскохозяйственному процессу. На данной территории отсутствуют земли природоохранного назначения и лесного фонда. Также отсутствуют земли загрязненные тяжелыми металлами и минеральными удобрениями, бактериально-паразитическими организмами. Территория строительства не затрагивает земли подверженные техногенному нарушению.

Под строительство скважины предусматривается отвод земель во временное пользование в размере 3,54 га, в том числе: 2,9 га под буровую и 0,64 га под строительство трубопроводов и шлейфов. Отводимые под строительство земли имеют сельскохозяйственного значения, и отнесены к категории естественных кормовых угодий - пастбищ. Временный отвод осуществляется на период строительства и испытания скважины сроком на 3 года. Согласно требованиям СанПиН 2.2.1/21.1.1031-01 п. 4.1.3. санитарно-защитная зона поисково-разведочных скважин месторождений отнесена к I классу и определена в размере 1000 м.

Проектируемые буровые находятся на значительном расстоянии от населенных пунктов. Технологические работы при бурении и эксплуатации скважин не связаны со сбросом больших количеств воды на поверхность и не приводят к изменению климатических условий, а также к усилению водной эрозии почв. На локальных участках бурения скважин, строительства и ремонта нефтегазопроводов возможно некоторое усиление ветровой эрозии, связанное с механическим нарушением верхней части почвенно-растительного покрова в процессе проведения работ. Степень этого нарушения будет связана с интенсивностью воздействия.

Загрязнение почв отходами бурения носит локальный характер и ограничивается буровыми площадками некоторых действующих и ликвидированных скважин. Это свидетельствует о том, что намечаемая деятельность не вызовет заметного изменения физико-химических параметров почв на обширных участках и формирования ореолов загрязнения.

Выполнение предусмотренных технических решений по очистке, сбору и захоронению отходов бурения, а также рекомендаций по охране и рациональному использованию земель должно обеспечить снижение до незначительного уровня изменение физико-химических параметров почв на большей части территории (балл 0).

Рельеф территории в процессе проведения буровых работ не должен нарушаться, т.к. не предусматривается оставление на долгое время выемок или стволов. Площади, изъятые под строительство скважин, подлежат рекультивации.

При разработке месторождения воздействие на почвенный покров будет ограничено локальными площадками, отведенными под групповую установку и эксплуатационные скважины. При варианте использования скважин в качестве эксплуатационных, для каждой из них будет отведена часть территории площадью 0,36 га. При ликвидации скважин в приустьевой части остается лишь бетонная тумба размером 1 м².

При аварийных ситуациях жидкими пластовыми флюидами, выбрасываемыми из скважины, может быть загрязнена территория, ограниченная обваловкой, т.е. максимально 2,9 га. На основании представленного материала воздействие намечаемой деятельности на почвенный покров, а соответственно и на растительность можно рассматривать как слабое отрицательное (балл -1) при строительстве скважин, незначительное (балл 0) – при эксплуатации и слабое отрицательное (балл -1) – при авариях.

Животный мир

Любое воздействие на природные экосистемы извне приводит к негативным последствиям. При этом следует различать воздействия, которые коренным образом могут нарушить равновесие в биосистеме, затрагивающие уникальные биокомплексы и исчезающие виды и воздействия и приводящие к локальным незначительным изменениям в фоновых ландшафтах. Рассматриваемое воздействие на биосферу можно отнести к числу последних. Ввиду того, что данный район достаточно однороден и включает бедные в видовом отношении биотопы, то на данной территории каких-либо массовых скоплений ресурсных, редких или занесенных в Красную книгу практически нет. Основу зооценоза составляют фоновые, равнинные виды. В то же время на данный участок заходят ареалы некоторых видов, включенные в Красные книги России и Дагестана. Здесь встречается 22 вида животных из Красной книги Дагестана и 12 видов из Красной книги России, хотя численность их мала. Это обстоятельство существенно не изменит ситуацию, т.к. этот район не является основным местом их распространения и, следовательно, не может подорвать популяции этих редких видов.

Прогноз несколько изменится в случае возникновения аварии, потенциальная возможность которой не исключена. В этом случае будет иметь место локальное нарушение сложившегося биологического равновесия, что отразится на фауне ограниченного участка.

В целом следует признать, что намечаемые работы при соблюдении соответствующих норм строительства скважин и проведении необходимых профилактических мероприятий существенного ущерба для фауны данного района не принесут.

Поверхностные и грунтовые воды

Естественные поверхностные воды района представлены рекой Кума, которая на Территории Дагестана протекает по искусственному руслу - Кумскому коллектору.

Гидрохимические показатели р.Кума за 1991-99 гг. в створе Левокумского гидроузла (300 км от устья) и под мостом на автотрассе Кизляр-Астрахань, отобранная и проанализированная нами показывают, что воды р.Кума поступают на территорию Республики Дагестан изначально

загрязненными. Индекс загрязнения вод, рассчитанный по 6-ти показателям (растворенный кислород, БПК, азот аммонийный, азот нитритный, нефтепродукты, тяжелые металлы - медь), составляет 10,3. По этому показателю воды р.Кума в рассматриваемом районе относятся к VII классу качества и характеризуются как чрезвычайно загрязненные.

Для решения вопроса влияния разработки расположенного в 2 км от реки месторождения Озерное на гидрохимический состав р.Кума были повторно проанализированы 2 пробы воды, одна из которых отобрана под тем же мостом, находящемся в 12 км ниже по течению от месторождения Озерное, а вторая - у шлюза до района месторождения. Как показали результаты анализов содержание нефтепродуктов в обеих пробах практически не отличается, хотя и характеризуется повышенным значением (46 ПДК). Это свидетельствует о том, что осуществляемая разработка месторождения Озерное не вносит дополнительный вклад в загрязнение вод р.Кума нефтепродуктами.

Воздействие объектов нефтяного промысла на грунтовые воды может быть обусловлено процессами фильтрации из шламовых амбаров и загрязненных участков вместе с дождевыми водами.

Противофильтрационный экран в шламовом амбаре, выполняемый по предусмотренной в проектах технологии из бентонитовоцементной пасты, толщиной 0,15 м должен полностью исключить поступление загрязняющих веществ в грунтовые воды.

Учитывая, что загрязненные участки на площади имеют локальный характер и своевременно ликвидируются, а осадков в районе выпадает мало, загрязнение грунтовых вод инфильтрующимися дождевыми водами можно считать ограниченным, что оценивается нулевым баллом.

Интегрированную оценку прогноза изменения ОПС можно вывести по данным таблицы 1. Расчетный общий средневзвешенный балл по этой таблице составляет 0, что позволяет оценивать возможное изменение окружающей природной среды при бурении скважин и разработке нефтегазоносных площадей Равнинного Дагестана в целом как незначительное.

Литература

1. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. М.: Недра. 1997. 483 с.
2. Газалиев И.М., Алибегова З.М. Оценка состояния окружающей среды в условиях добычи нефти и газа в Дагестане //Юг России. 2010. № 3. С. 80-84.
3. Временные методические указания по составлению раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» в схемах размещения, ТЭО, (ТЭР) и проектах разработки месторождений и строительства объектов нефтегазовой промышленности. Уфа. ВНИИСПТнефти. 1992.

УДК 55.556

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-51-54

ФЕНОЛЫ И НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ

Абдулганиева Т.И., Самедов Ш.Г.

Институт геологии ДНЦ РАН

В статье рассматривается степень загрязненности нефтепродуктами и фенолами Дагестанского побережья Каспия и впадающих в него рек Терека, Сулака и Самура. Изучалось также влияние Берикейских соленых источников на загрязненность моря.

Ключевые слова: загрязнение, фенолы, нефтепродукты, водоемы, предельно допустимые концентрация.

PHENOLS AND PETROLEUM PRODUCTS IN COASTAL WATERS OF THE DAGESTANESKY BORDER CASPIAN

Abdulganieva TI, Samedov Sh.G.

Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences

In article impurity degree is considered by oil products and phenols of the Dagestan coast of the Caspian Sea and the rivers of Terek, Sulak and Samur flowing into him. Also influence of Berikeysky salty sources on impurity of the sea was studied.

Keywords: pollution, phenols, oil products, water bodies, maximum permissible concentration.

Основными загрязнителями естественных водоемов являются фенолы и нефтепродукты, которые поступают в водоемы, вместе с неочищенными или плохо очищенными бытовыми и промышленными сточными водами, подземным стоком, а также речным и поверхностным стоком, с сельхозугодий и с территорий городов и населенных пунктов.

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих воды и водоемы где они могут находиться в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных осадков, в виде пленки на поверхности (1). Нефтепродукты изменяют физико-химические свойства воды и оказывают отрицательное действие на развитие растительных и животных организмов, населяющих водоемы. Содержание их в воде выше 0,1 мг/л придает мясу рыб, неустранимый ни при каких технологических обработках привкус и специфический запах нефти. Особенно высокой токсичностью отличаются растворимые в воде бензиновые фракции нефти. Эмульгированная нефть опасна ввиду повышенной стойкости эмульсии в сточных и загрязненных поверхностных водах (2). Отрицательное влияние нефтепродуктов, особенно пленочных, в концентрациях 0,001-10 мг/л сказывается и на развитии высшей водной растительности и микрофитов (1). Загрязнение поверхности водоемов пленочной нефтью ведет также к значительному нарушению кислородного режима вод. Тяжелые фракции нефти часто оседают на дно водоемов, пагубно действуют на икру, молодь, взрослую рыбу и их корм. Донные отложения, содержащие нефть и нефтепродукты, кроме того могут явиться источником вторичного загрязнения водоемов (3).

Предельно допустимые концентрации (ПДК) нефтепродуктов в водоемах общесанитарного пользования составляет 0,1 мг/л, а в рыбохозяйственных водоемах 0,05 мг/л. (4,5).

Фенолы в поверхностных водах могут находиться в растворенном состоянии в виде фенолятов, фенолят ионов и свободных фенолов (1). Процессы адсорбции фенолов донными отложениями и взвесями играют незначительную роль. Летучие фенолы могут присутствовать в воде незагрязненных рек в концентрациях от 1 до 8 мкг/л.

При содержании в воде фенолов от 0,02-0,03 мг/л происходит полная потеря вкусовых и товарных качеств рыб. Вредные свойства фенолов для водных бактерий проявляются при кон-

центрациях, примерно, в 10 раз меньше, чем для рыб (3). Фенолы – соединения нестойкие и подвергаются биохимическому и химическому окислению. Фенольные соединения ухудшают качество воды не только по органолептическому признаку и по токсичности, но и потому, что потребляя кислород на свое окисление, они вызывают снижение его концентрации в воде. При недостатке же кислорода в воде водоема резко замедляется процесс превращения фенолов, так и других органических соединений. В результате этого фенолы при их значительном содержании в сбрасываемых сточных водах могут явиться одной из причин аккумуляции в водоеме ряда веществ, оказывающих отрицательное влияние на состояние водоема (1).

Таким образом, фенольные соединения, поступающие в водотоки и водоемы со сточными водами, обладают антисептическими свойствами, нарушают биологические процессы, процессы самоочищения и кислородный режим.

Весной и летом исследовались степень загрязненности нефтепродуктами и фенолами Дагестанского побережья Каспия и впадающих в него рек Терека, Сулака и Самура. Изучалось также влияние Берикейских соленых источников на загрязненность моря.

Определение нефтепродуктов проводилось методом тонкослойной хроматографии с люминесцентным окончанием, а фенолов калориметрическим методом, с применением 4-аминоантипирина.

Результаты исследования показали, что содержание нефтепродуктов по всему побережью колеблется в пределах от 0,045-0,96 мг/л, а фенолов от 0,01-0,02 мг/л.

На загрязненность устья реки Терек и Северной части Каспийского бассейна огромное влияние оказывает сама река Терек. В бассейне реки Терек по данным ГАУ «Даггражданкоммунпроект» насчитывают около 520 тыс. га орошаемых земель, подвергающиеся регулярной химической обработке удобрениями и ядохимикатами, смыв которых также влияет на загрязненность данного района. Крупнейшими источниками загрязнения реки Терек являются неочищенные или недостаточно очищенные хозяйственные и промышленные стоки городов Орджоникидзе и Моздок, а также воды притоков: р. Камболеевки, р. Ардона, р. Шалушки (г. Нальчик), р. Сунжа (г. Грозный), р. Малки (г. Прохладный).

Особенно высоки концентрации загрязняющих компонентов в водах р. Сунжи в пределах города Грозный и ниже по течению. После впадения реки Сунжи намечается увеличение содержания в воде р. Терек нефтепродуктов до 2,8 мг/л, а фенолов до 0,2 мг/л. Дальше вниз по течению воды реки Терек не испытывают заметных изменений, так как нет организованных источников загрязнения, напротив, естественные процессы самоочищения приводят к значительному повышению качества воды. Влияние загрязнений вносимых рекой Сунжа прослеживается до устья реки Терек, которые затем выносятся в Каспийское море. Качество воды в устьевых участках рек: Новый Терек и Старый Терек мало отличается друг от друга. Содержание нефтепродуктов и фенолов в устье реки Новый Терек составляют соответственно 0,38-0,48 мг/л и 0,002-0,073 мг/л, а в устье р. Старый Терек – 0,33-0,43 мг/л и 0,005-0,06 мг/л (7).

На загрязненность устья реки Сулак влияют сама река Сулак и стоки с орошаемых земель, площадь которых по данным ГАУ «Даггражданкоммунпроект» в бассейне р. Сулак составляет 80 тыс. га.

К югу от Сулака на загрязненность морского побережья влияют, в основном, стоки городов: Махачкалы, Каспийска и Дербента, а также прибрежных поселков. Нельзя не обратить внимание на внос загрязняющих компонентов в водные объекты поверхностными стоками с городских территорий дождевыми, талыми и поливо-моечными водами.

На участке от Махачкалы до Самурского района содержание нефтепродуктов находится в пределах нормы, не считая участков примыкающих к городам. Повышенное содержание нефтепродуктов на этих участках связано с большим содержанием в стоках источников загрязнения этих районов (8).

Там же, где нет сбросовых загрязнителей в водах Каспийского моря, отмечается незначительное содержание нефтепродуктов.

Влияние Берикейских источников изучалось впервые. На выходе источников содержание нефтепродуктов достигает в среднем 1,05 мг/л, а фенолов 0,2 мг/л. По течению сброса в сторону Каспия содержание, нефтепродуктов уменьшается 0,08 мг/л, а в морской воде оно колеблется от 0,2 до 0,50 мг/л. Содержание фенолов в начале падает до 0,084 мг/л, а после смешивания этих вод с дренажными возрастает до 2 мг/л, а морской воде – от 0,044 до 1,2 мг/л. Увеличение содержания фенолов объясняется поступлением их вместе с дренажными водами и имеют естественное происхождение.

Наряду с поверхностным стоком большую роль играет и подземный сток в водоемы. По произведенной оценке подземный сток в среднекаспийский бассейн в границах Дагестана составляет 0,72-1,23 км³/год. Однако характер и степень загрязненности подземного стока пока не изучен.

Сравнительная характеристика содержания нефтепродуктов и фенолов в прибрежной зоне Каспийского моря показывает общую тенденцию к уменьшению их содержания за последний год.

Содержание фенолов в водах во всех точках наблюдений идентично, за исключением Берикейского района. Непосредственных объемных сбросов фенолосодержащих стоков по бассейну Каспия нет, а повышенное содержание их в Берикейских водах и в целом по всему побережью можно объяснить результатом биохимических процессов, притекающих под влиянием микроорганизмов или их естественным происхождением (1. 2/5, 6.).

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы.

Река Терек в нижнем течении загрязняется нефтепродуктами, вносимыми ее притоком Сунжей.

В связи со строительством ГЭС и крупных водохранилищ на р. Сулак, гидрохимический режим Сулакской воды резко изменился и есть опасения развития в водохранилищах сине-зеленых водорослей. Поэтому необходимо наладить стационарные режимные наблюдения и проводить профилактические мероприятия, исключающие процессы загрязнения.

Воды реки Сулак на данном этапе эксплуатации не подвержены антропогенному воздействию в значительных масштабах и по качеству отвечают санитарно-гигиеническим нормам.

Воды прибрежной полосы Каспия, за исключением локальных участков примыкающих к городам Махачкала, Дербент, Каспийск, Изберг, а также к устьям рек не испытывают явных признаков загрязнения.

С удалением от берега, содержание загрязняющих компонентов уменьшается пропорционально расстоянию.

Необходимо более тщательное изучение Берикейских и других подземных вод для выявления характера и степени влияния их на загрязненность моря.

В целом процессы самоочищения вод Каспия, значительно доминируют над процессами загрязнения.

Литература

1. Абдуллаев М.Ш. и др. Анализ фенолсодержащих соединений в водах Кизлярского артезианского бассейна //Материалы 2-ой Межд.конф. «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы».Т.1. Махачкала, 2010.С.312
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под ред. А. Д. Семенова. Л. Гидрометиздат. 1977 г.
3. Образцова М.М., Каплин В.Т., Фесенко Н.Г. О загрязненности Волгоградского водохранилища нефтепродуктами и фенолами. Гидрохимические материалы, том ХІІХ.
4. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Изд. «Наука». М-Л., 1964 г.

5. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Минздрав России, Москва, 15 июня 2003 г.
6. Новикова, О. В. Санитария и гигиена в рыбоводстве / Новикова О.В.. – М.: Агропромиздат, 2006. – 91 с.
7. Каплин В.Т. и другие. Летучие фенолы некоторых высокогорных рек Кавказа. «Гидрохим. материалы», том 40., 1966 г.
8. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Гидрохимическое состояние подземных вод Восточно-Предкавказского артезианского бассейна (в пределах Республики Дагестан) //«Вода: химия и экология» № 4. ноябрь 2014. С. 3-10.
9. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И. Оценка качества водных ресурсов бассейна р. Самур //Водное хозяйство России. 2014. № 4. С. 4-16.
10. Самедов Ш.Г., Ибрагимова Т.И., Бабаев М.Р., Шуйабова Н.Ш., Османова А.Р. Рациональное использование подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна на Северодагестанской равнине Республики Дагестан // «Вода: химия и экология» № 4. 2016. С. 87-93.
11. Самедов Ш.Г., Абдулганиева Т.И. Подземные воды Дагестана – рациональное использование //Природа. 2017 г. № 7. С. 52-55.

УДК 550.3

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-55-65

АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД
НА ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ ПУНКТЕ ТУРАЛИ ЗА 2012 – 2016 гг.*Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г.**Институт геологии ДНЦ РАН*

В статье рассматриваются результаты наблюдений вариаций кажущегося сопротивления горных пород, полученных на измерительном пункте Турали. Показано, что в наблюдаемых вариациях отмечаются и эндогенные и экзогенные причины. Из эндогенных причин отмечено, что в вариации наблюдаемых геофизических параметров значительный вклад вносят тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин: основной вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности и гравитационных явлений, связанных с движениями Земли в Солнечной системе и Галактике.

Ключевые слова: кажущееся сопротивление горных пород, тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий, геомагнитная активность, гравитационные явления.

ANALYSIS OF VARIATIONS OF ESSENTIAL RESISTANCE OF MOUNTAIN BREEDS
ON THE TURAL MEASUREMENT POINT FOR 2012 - 2016*Aliyev I.A., Musaev M.A., Magomedov A.G.**Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences*

The article discusses the results of observations of variations of apparent resistance of rocks, obtained at the measuring point Turali. It is shown that the observed variations are observed endogenous and exogenous causes. From endogenous causes observed that the variation of observed geophysical parameters, a significant contribution to tectonic stress and strain from seismic events. From exogenous causes: the main contribution comes from Solar-Terrestrial relations – changes of geomagnetic activity and gravitational phenomena associated with the movements of the Earth in the Solar system and the Galaxy.

Keywords: apparent resistivity of rocks, tectonic stresses and deformation from seismic events, geomagnetic activity, gravitational phenomena.

Анализ данных полученных на станции «Турали»

Пункт наблюдений *Турали* это 4-й наблюдательный пункт сети геофизических и геохимических станций ИГ ДНЦ РАН. Расположен он в районе между Махачкалой и Каспийском на нефтегазовом месторождении Димитровское. Данное месторождение эксплуатируется, начиная с 1980г. Добыча газа осуществляется сетью скважин глубиной 3-3.5 км. Средняя годовая добыча составляет 500-600 млн. м³. По мере отбора газа величина пластового давления уменьшается. Так, например, с 1980 по 2008 гг. давление газа снизилось с 48.58 МПа до 22.80 МПа. (Таблица 1). К началу 21 века пик отбора газа был уже пройден и в рассматриваемый период (2012 -2016 гг.) был менее 20% от среднегодовой добычи.

Димитровское нефтегазовое месторождение расположено на периферии Дагестанского клина, который имеет генетическую связь с областью активного сочленения Кавказ-Копетдагской альпийской структурой и Скифско-Туранской платформой. Особенностью района исследований является то, что он расположен в зоне крупного разлома Кавказа (Срединный разлом), простирающегося вдоль западного побережья Каспийского моря. Породы в районе измерительного пункта состоят из увлажненных глин с переслойками песка. Величина КС равна 5 Ом×м. Коренные породы залегают на глубине 30-35 м и состоят из сарматских глин (N_{1s}) мощностью 600-700 м. Ниже залегают песчаники с переслойками глин (N_{1kg-ch}). Уровень грунтовых вод расположен на глубине 40-45 м.

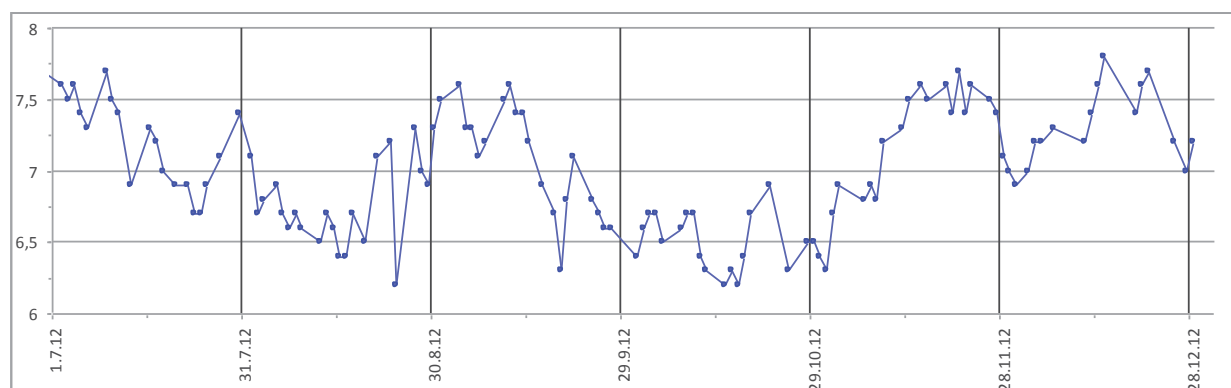
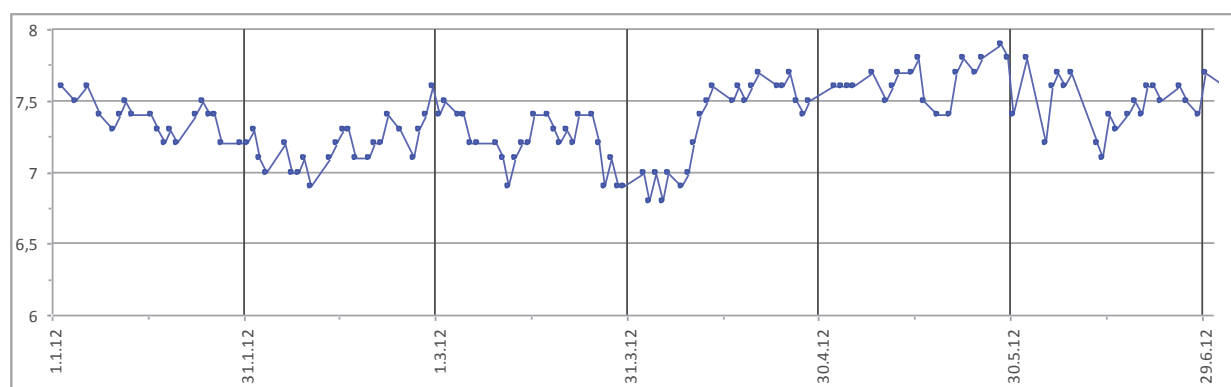
Таблица 1.

Динамика объема отбора газа и величины пластового давления нефтегазового месторождения Димитровское в 2000-2005 гг.

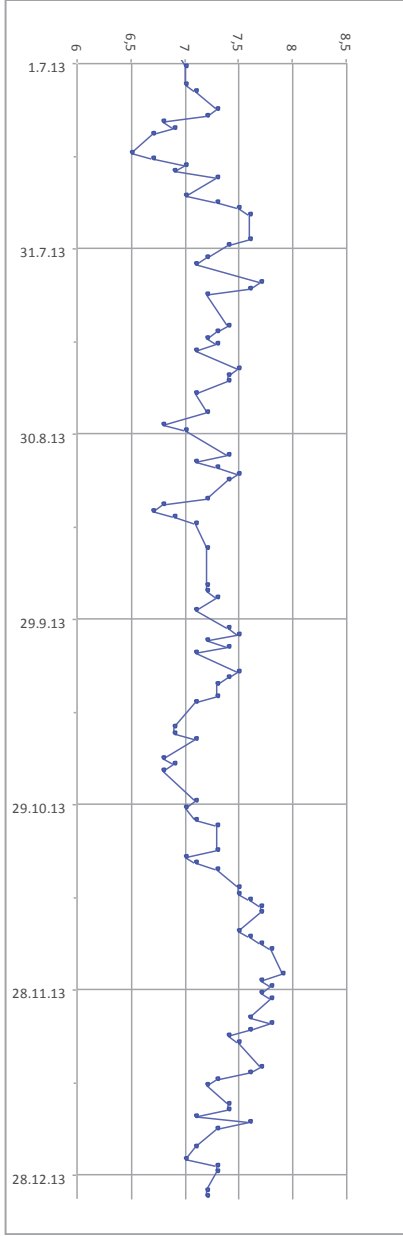
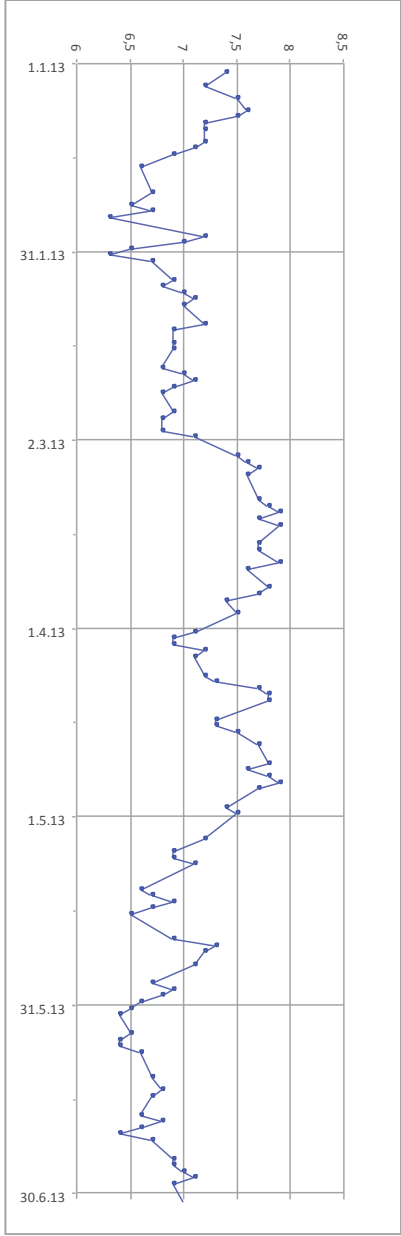
Год	Объем отбора газа, млн. м ³	Пластовое давление, МПа
2000	589.7	31.39
2001	601.9	30.30
2002	574.5	29.20
2003	561.7	28.13
2004	530.3	27.07
2005	487.2	25.95

Ранее в [1] мы отмечали, что зарегистрированные скачкообразные изменения кажущееся сопротивление горных пород (КС) в районе нефтегазового месторождения перед сильными землетрясениями Каспийского региона были связаны с выбросами подземного газа из нефтегазового месторождения под воздействием импульсных геодинамических процессов в земной коре. В рассматриваемый период из-за значительного уменьшения величины пластового давления и отсутствия выбросов газов вариации КС имеют другую природу.

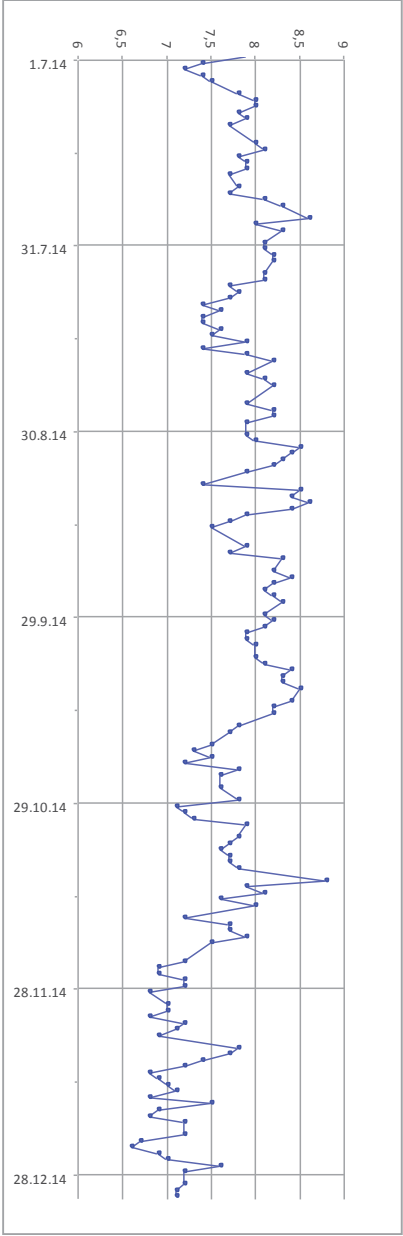
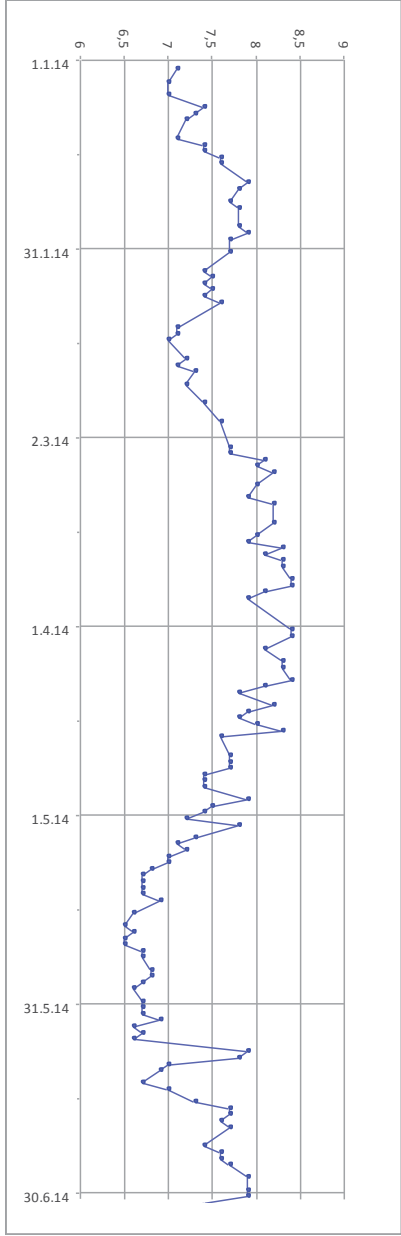
На рис. 1 приведен график суточных значений КС на станции *Турал* за период 2012-2016 гг., для удобства анализа представлен по полугодиям, где а – данные за 2012 г., б – 2013 г., в – 2014 г., г – 2015 г., и д – 2016 г. Как видно из рисунка в вариациях значений КС горных пород за рассматриваемый период присутствуют и медленные и импульсные изменения. Проанализируем основные причины вариаций. Отметим сразу, что проводимый нами, параллельно с экспериментальными наблюдениями, детальный анализ изменений атмосферного давления, температуры и выпадений осадков в анализируемый период показал, что к вариациям наблюдаемых параметров, КС горных пород, они не имеют отношения.



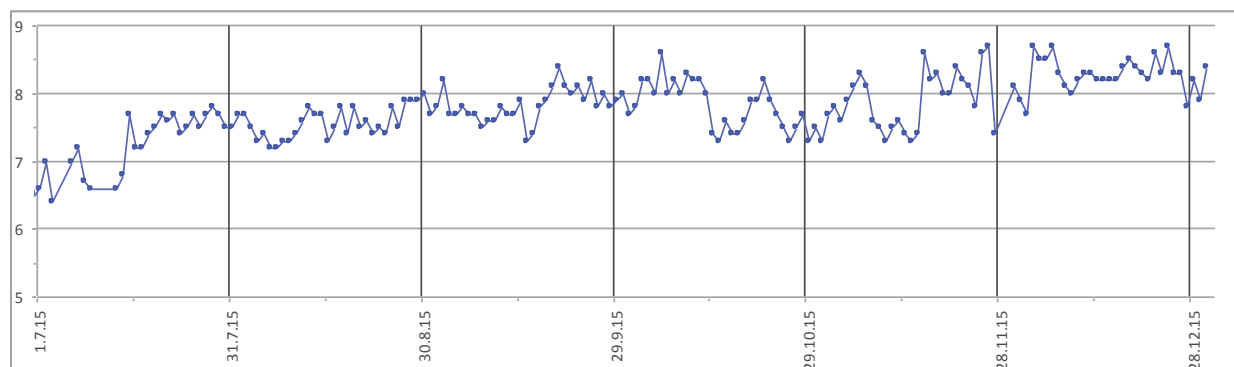
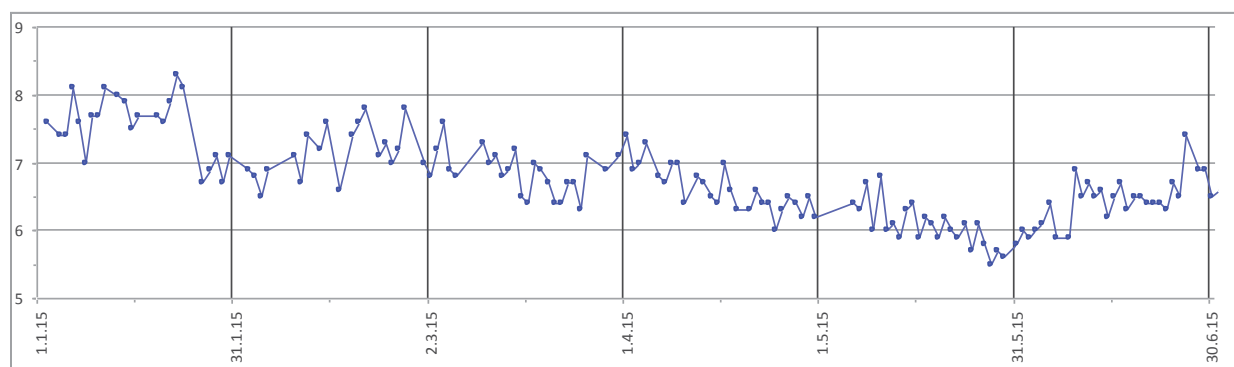
а



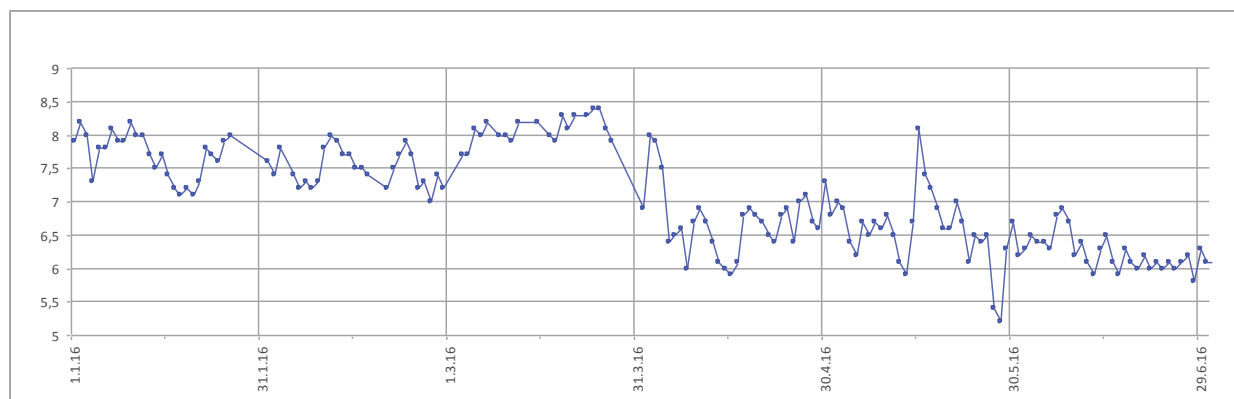
б



в



Г



Д

Рис. 1. Вариации значений КС горных пород на станции Турали за период 2012 – 2016 гг., где а – данные за 2012 г., б – 2013 г., в – 2014 г., г – 2015 г., и д – 2016 г.

Сейсмические события для анализируемой области за 2012 - 2016 гг. исследуемого периода взяты из каталогов ГС (Геофизической службы) РАН [10] и EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre) [11]. Данные о магнитудах и испытываемых деформациях, от этих сейсмических событий на наблюдательном пункте за 2012 и 2014 гг., приведены в табл.2 и 3 соответственно. Деформации вычислены по формуле Добровольского [5]:

$$\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} = \frac{10^{1,4M-9,18}}{r^3}, \quad \text{для } M \leq 5,0 ;$$

$$\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} = \frac{10^{1,3M-8,19}}{r^3}, \quad \text{для } M \geq 5,0 ;$$

где $\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}$ - относительная деформация; r - эпицентральное расстояние в километрах; M - магнитуда землетрясения.

На рис.2 представлены деформации, вызываемые сейсмическими событиями $M > 4,5$ на измерительном пункте *Турали*.

Таблица 2.

Сейсмические события происшедшие в исследуемом районе в 2012 г.

№	Date	Depth (km)	Magn	Дефор-мация	№	Date	Depth (km)	Magn	Дефор-мация
1	06.01.2012	2	4,6	2,9E-11	51	04.04.2012	2	4,5	2,1E-11
2	06.01.2012	5	4,3	5,8E-12	52	04.04.2012	14	4,4	8,6E-12
3	07.01.2012	2	4,0	7,8E-13	53	12.04.2012	2	4,0	3,0E-12
4	10.01.2012	10	4,0	3,6E-12	54	12.04.2012	2	4,2	2,2E-12
5	10.01.2012	10	3,9	7,5E-13	55	13.04.2012	10	4,4	1,9E-11
6	11.01.2012	2	4,0	3,4E-12	56	13.04.2012	21	4,5	1,8E-11
7	11.01.2012	24	4,0	1,0E-12	57	18.04.2012	5	4,3	1,1E-11
8	13.01.2012	2	4,2	2,5E-12	58	22.04.2012	6	4,1	1,2E-12
9	16.01.2012	2	4,0	3,2E-12	59	23.04.2012	2	4,1	1,1E-10
10	18.01.2012	5	3,9	5,0E-13	60	28.04.2012	22	4,7	1,7E-11
11	19.01.2012	5	3,9	2,2E-12	61	30.04.2012	8	4,2	1,5E-12
12	20.01.2012	21	4,7	3,8E-11	62	02.05.2012	2	4,1	6,5E-12
13	21.01.2012	22	4,0	3,2E-12	63	02.05.2012	10	4,2	1,4E-12
14	22.01.2012	2	3,9	5,1E-13	64	03.05.2012	2	3,9	3,0E-12
15	22.01.2012	2	3,9	2,7E-12	65	05.05.2012	15	4,4	3,4E-12
16	27.01.2012	7	4,3	2,0E-12	66	05.05.2012	2	4,0	9,7E-13
17	28.01.2012	2	3,9	2,7E-12	67	07.05.2012	10	5,6	3,3E-08
18	29.01.2012	5	4,4	1,5E-11	68	07.05.2012	10	4,0	1,4E-10
19	29.01.2012	5	3,9	3,0E-12	69	07.05.2012	8	4,7	1,5E-09
20	30.01.2012	9	3,9	5,0E-13	70	07.05.2012	4	4,4	3,8E-10
21	31.01.2012	17	3,9	2,2E-12	71	07.05.2012	2	4,1	2,2E-10
22	02.02.2012	2	3,9	6,6E-13	72	07.05.2012	10	5,5	3,1E-08
23	04.02.2012	13	3,9	2,2E-12	73	07.05.2012	8	4,0	1,3E-10
24	04.02.2012	30	4,5	3,0E-11	74	07.05.2012	10	4,4	5,7E-10
25	04.02.2012	54	4,9	6,5E-11	75	07.05.2012	10	3,9	9,8E-11
26	08.02.2012	2	4,0	3,9E-12	76	14.05.2012	20	4,1	8,4E-12
27	10.02.2012	12	4,7	9,6E-12	77	14.05.2012	2	4,2	1,8E-10
28	12.02.2012	70	4,0	5,4E-12	78	15.05.2012	5	4,2	3,0E-10
29	13.02.2012	20	3,9	6,0E-13	79	18.05.2012	10	4,8	3,4E-09
30	17.02.2012	7	4,6	2,6E-11	80	19.05.2012	5	3,9	2,2E-12
31	20.02.2012	1	4,4	1,3E-11	81	02.06.2012	60	4,6	3,1E-09

32	24.02.2012	10	4,5	2,1E-11
33	29.02.2012	10	4,3	2,7E-12
34	29.02.2012	7	4,0	3,3E-12
35	03.03.2012	7	4,0	3,6E-12
36	05.03.2012	2	4,7	9,4E-12
37	07.03.2012	4	4,0	3,0E-12
38	11.03.2012	20	4,4	7,1E-10
39	11.03.2012	2	4,2	7,4E-12
40	13.03.2012	2	4,0	3,1E-12
41	16.03.2012	2	4,0	4,1E-12
42	18.03.2012	2	4,5	1,1E-11
43	20.03.2012	5	4,0	3,7E-12
44	20.03.2012	2	4,1	1,2E-12
45	20.03.2012	7	3,9	2,1E-12
46	23.03.2012	6	4,4	1,5E-11
47	24.03.2012	2	4,4	1,6E-11
48	25.03.2012	7	3,9	3,7E-12
49	26.03.2012	7	5,1	1,4E-10
50	31.03.2012	2	4,1	6,2E-12

82	05.06.2012	20	4,0	1,2E-10
83	14.06.2012	2	4,0	1,5E-12
84	14.06.2012	10	5,3	1,3E-10
85	14.06.2012	4	4,2	4,0E-12
86	15.06.2012	2	4,2	2,9E-12
87	16.06.2012	2	3,9	1,0E-12
88	16.06.2012	2	3,9	1,0E-12
89	24.06.2012	16	4,9	8,1E-11
90	25.06.2012	5	4,0	9,6E-11
91	27.06.2012	2	4,5	4,0E-12
92	27.06.2012	2	4,0	4,2E-12
93	28.06.2012	7	4,1	4,7E-12
94	05.07.2012	5	4,2	3,3E-10
95	10.07.2012	10	3,9	1,1E-10
96	14.07.2012	10	4,8	1,3E-11
97	18.07.2012	2	4,1	4,3E-12
98	20.07.2012	2	4,2	5,6E-11
99	20.07.2012	8	4,3	9,4E-12
100	24.07.2012	2	4,4	1,4E-11

Таблица 2. (продолжение)

№	Date	Depth (km)	Magn	Дефор-мация
101	27.07.2012	2	4,3	4,2E-12
102	27.07.2012	2	4,3	4,4E-12
103	31.07.2012	19	4,3	8,6E-12
104	05.08.2012	10	5,1	7,8E-11
105	06.08.2012	7	4,2	1,7E-12
106	11.08.2012	10	6,4	2,1E-08
107	11.08.2012	4	4,9	1,2E-10
108	11.08.2012	10	6,3	1,5E-08
109	11.08.2012	2	4,1	7,7E-12
110	11.08.2012	5	4,7	5,6E-11
111	11.08.2012	5	4,3	1,6E-11
112	11.08.2012	20	4,6	4,4E-11
113	11.08.2012	5	4,1	6,9E-12
114	11.08.2012	5	4,5	2,9E-11
115	11.08.2012	5	4,1	6,9E-12
116	11.08.2012	2	4,7	6,0E-11
117	11.08.2012	30	4,9	1,3E-10
118	11.08.2012	2	4,1	7,1E-12
119	11.08.2012	5	4,0	5,1E-12
120	11.08.2012	5	4,4	1,8E-11
121	11.08.2012	10	4,3	1,2E-11
122	11.08.2012	10	4,7	5,9E-11
123	11.08.2012	10	5,1	2,5E-10
124	11.08.2012	10	4,0	5,2E-12
125	12.08.2012	2	3,9	3,7E-12
126	12.08.2012	10	4,2	1,1E-11
127	12.08.2012	10	4,3	1,5E-11
128	13.08.2012	5	4,6	4,1E-11
129	13.08.2012	2	4,1	7,3E-12

№	Date	Depth (km)	Magn	Дефор-мация
151	08.09.2012	2	3,9	3,7E-12
152	09.09.2012	18	4,0	1,1E-12
153	12.09.2012	2	4,2	3,6E-12
154	13.09.2012	2	4,2	3,3E-12
155	17.09.2012	2	4,3	1,8E-11
156	22.09.2012	10	4,2	1,4E-11
157	23.09.2012	2	4,3	1,6E-11
158	23.09.2012	21	4,3	8,5E-12
159	23.09.2012	20	4,6	2,3E-11
160	24.09.2012	2	4,0	3,3E-12
161	27.09.2012	15	4,5	2,8E-11
162	01.10.2012	2	4,7	1,3E-11
163	01.10.2012	2	4,1	1,7E-12
164	01.10.2012	2	4,2	1,6E-12
165	07.10.2012	40	5,1	1,8E-09
166	08.10.2012	10	4,4	2,1E-11
167	13.10.2012	10	4,6	1,4E-09
168	14.10.2012	2	4,0	1,3E-10
169	14.10.2012	2	4,2	3,2E-10
170	14.10.2012	10	5,4	2,7E-08
171	16.10.2012	10	4,2	1,0E-11
172	21.10.2012	18	4,0	7,7E-13
173	23.10.2012	10	4,1	1,4E-09
174	26.10.2012	20	4,5	2,9E-11
175	27.10.2012	2	4,3	1,4E-11
176	07.11.2012	5	5,5	9,5E-10
177	07.11.2012	2	4,4	1,8E-11
178	07.11.2012	2	3,9	3,6E-12
179	08.11.2012	2	4,2	1,0E-11

130	13.08.2012	2	4,4	2,0E-11
131	13.08.2012	2	3,9	3,5E-12
132	14.08.2012	10	5,1	2,3E-10
133	14.08.2012	2	3,9	3,4E-12
134	15.08.2012	10	5,1	2,5E-10
135	16.08.2012	20	4,6	4,4E-11
136	17.08.2012	2	3,9	3,7E-12
137	17.08.2012	10	3,9	3,5E-12
138	18.08.2012	4	3,9	3,8E-12
139	19.08.2012	10	4,3	1,5E-11
140	19.08.2012	10	4,2	9,4E-12
141	19.08.2012	6	4,1	8,2E-12
142	19.08.2012	4	4,4	2,3E-11
143	22.08.2012	10	4,3	1,4E-11
144	24.08.2012	10	3,9	2,3E-11
145	30.08.2012	20	4,3	2,2E-11
146	31.08.2012	11	4,0	5,2E-12
147	31.08.2012	5	4,2	3,3E-12
148	02.09.2012	10	4,4	2,6E-11
149	05.09.2012	2	4,1	7,7E-12
150	08.09.2012	2	4,6	8,7E-12

180	10.11.2012	20	3,9	2,2E-12
181	10.11.2012	15	4,0	5,4E-12
182	15.11.2012	2	3,9	3,4E-12
183	16.11.2012	2	4,7	6,4E-11
184	24.11.2012	2	4,5	2,1E-11
185	25.11.2012	17	3,9	8,3E-13
186	26.11.2012	2	3,9	1,2E-12
187	26.11.2012	20	4,1	9,3E-12
188	01.12.2012	10	4,0	7,9E-13
189	06.12.2012	7	4,1	5,4E-12
190	06.12.2012	10	4,6	2,1E-11
191	12.12.2012	11	4,0	2,1E-12
192	12.12.2012	10	3,9	3,4E-12
193	15.12.2012	2	4,0	8,0E-12
194	19.12.2012	40	4,2	2,1E-12
195	23.12.2012	5	4,9	9,6E-11
196	23.12.2012	10	4,2	8,1E-12
197	23.12.2012	10	5,7	1,5E-09
198	23.12.2012	2	3,9	2,8E-12
199	25.12.2012	2	5,4	5,2E-10
200	25.12.2012	10	4,2	8,1E-12

Таблица 3.

Сейсмические события происшедшие в исследуемом районе в 2014 г.

№	Date	Depth (km)	Magn	Дефор-мация
1	02.01.2014	40	4,2	2,1E-11
2	10.01.2014	80	4,8	1,5E-09
3	10.01.2014	10	4,0	1,2E-12
4	14.01.2014	48	5,2	2,8E-10
5	20.01.2014	2	4,0	8,5E-13
6	25.01.2014	2	4,1	1,1E-12
7	30.01.2014	10	4,0	8,5E-13
8	08.02.2014	10	4,7	2,6E-11
9	10.02.2014	55	5,4	2,7E-09
10	18.02.2014	40	4,6	2,8E-11
11	27.02.2014	30	4,1	8,2E-12
12	02.03.2014	16	4,0	6,7E-13
13	05.03.2014	7	4,2	6,1E-12
14	07.03.2014	2	4,2	2,4E-11
15	15.03.2014	1	4,3	1,2E-11
16	15.03.2014	20	4,5	6,4E-10
17	15.03.2014	20	4,2	1,4E-11
18	18.03.2014	2	4,2	7,2E-12
19	18.03.2014	8	3,9	2,6E-12
20	19.03.2014	10	3,9	5,3E-13
21	30.03.2014	2	4,1	6,5E-12
22	31.03.2014	2	4,4	4,3E-12
23	03.04.2014	3	4,5	1,2E-11
24	10.04.2014	2	4,5	6,4E-12
25	14.04.2014	5	4,0	2,8E-11

№	Date	Depth (km)	Magn	Дефор-мация
39	11.06.2014	5	4,3	8,3E-12
40	12.06.2014	2	3,9	2,5E-12
41	13.06.2014	2	4,4	3,3E-12
42	13.06.2014	3	4,0	3,1E-12
43	18.06.2014	2	4,6	5,4E-12
44	29.06.14	10	4,1	9,5E-13
45	29.06.14	20	5,1	6,9E-09
46	06.07.14	2	4,0	1,5E-11
47	12.07.14	2	4,2	1,9E-12
48	15.07.14	2	3,9	6,1E-13
49	19.07.14	13	4,1	4,1E-12
50	19.07.14	2	4,2	1,2E-11
51	31.07.14	20	4,6	3,6E-09
52	16.08.14	8	4,3	2,8E-12
53	18.08.14	250	4,2	2,3E-12
54	21.08.14	10	4,0	3,9E-12
55	27.08.14	10	4,3	1,9E-12
56	30.08.14	36	4,0	2,7E-11
57	06.09.14	10	4,6	6,0E-12
58	07.09.14	10	4,4	3,3E-12
59	16.09.14	10	4,1	1,2E-12
60	18.09.14	52	4,6	5,0E-11
61	28.09.14	5	4,0	1,8E-12
62	29.09.14	12	5,4	1,0E-08
63	03.10.14	2	4,1	6,1E-11

26	16.04.2014	10	4,3	3,1E-12
27	27.04.2014	2	4,6	1,9E-09
28	27.04.2014	22	3,9	2,3E-12
29	03.05.2014	10	4,0	5,8E-12
30	08.05.2014	2	3,9	3,7E-12
31	10.05.2014	9	4,2	2,1E-12
32	21.05.2014	10	3,9	1,7E-12
33	26.05.2014	13	4,0	1,5E-11
34	27.05.2014	2	4,4	1,5E-11
35	28.05.2014	2	4,3	1,4E-11
36	02.06.2014	2	4,5	6,9E-10
37	06.06.2014	2	3,9	6,2E-13
38	07.06.2014	44	5,4	9,6E-10

64	04.10.14	6	5,0	2,4E-09
65	08.10.14	2	4,0	1,2E-11
66	10.10.14	2	3,9	2,6E-12
67	30.10.14	13	4,6	1,9E-11
68	30.10.14	7	3,9	1,7E-12
69	06.11.14	10	4,0	7,9E-13
70	23.11.14	190	3,9	1,4E-12
71	24.11.14	10	4,6	1,9E-09
72	01.12.14	10	3,9	3,5E-12
73	05.12.14	10	4,1	1,4E-12
74	15.12.14	10	4,4	2,0E-11
75	23.12.14	2	4,1	1,7E-12
76	30.12.14	8	4,0	8,0E-13

В периоды, которые мы анализируем с $M \geq 4,6$ наблюдаются значительные деформации. Сравнивая деформации и вариации КС за 2012 г. на рис.1(а) можно отметить, что именно в периоды максимальных магнитуд отмечаются и резкие изменения КС. Отсюда можно сделать вывод, что в наблюдаемые вариации КС горных пород значительный вклад вносят и деформации от сейсмических событий. На рис.3 представлены деформации, вызываемые сейсмическими событиями $M > 4,5$. В периоды, которые мы анализируем с $M \geq 4,6$, наблюдаются значительные деформации. Сравнивая деформации и вариации КС за 2014 г. на рис.1 (в) можно отметить, что и здесь именно в периоды максимальных магнитуд отмечаются и резкие изменения КС. Отсюда также можно сделать вывод, что в наблюдаемые вариации КС горных пород, как и в 2012 г., как и для рассмотренных ранее станций *Махачкала* [3], *Чиркей и Избербаши* [4], значительный вклад вносят деформации от сейсмических событий. Аналогичные результаты получены и за другие года отчетного периода.

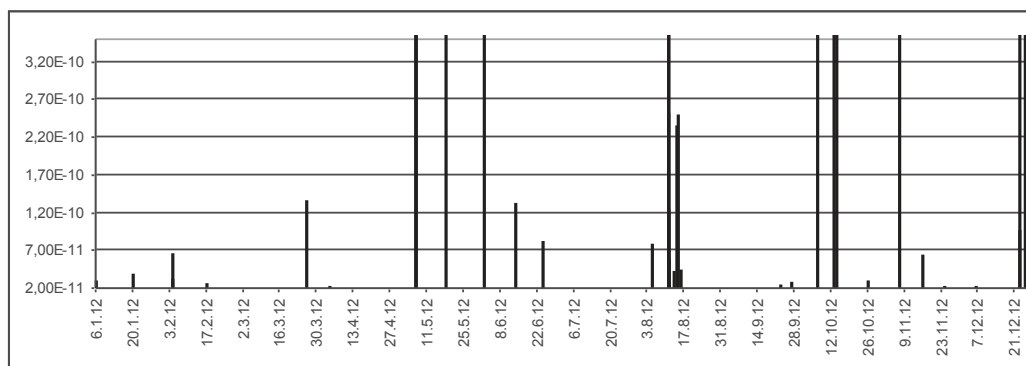


Рис.2 Деформации, вызываемые сейсмическими событиями на измерительном пункте наблюдений Турали в 2012 г. с $M \geq 4,6$.

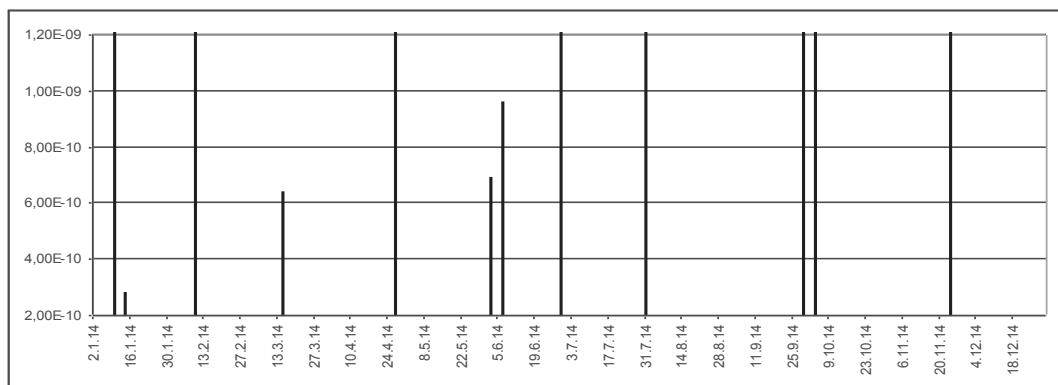


Рис.3. Деформации, вызываемые сейсмическими событиями $M \geq 4,6$ на пункте наблюдений Турали в 2014 г.

Можно отметить, что и на станции *Турал* между вариациями AE – индексов [6] и вариациями КС по месяцам в периоды обязательного воздействия на измеряемые параметры или измерительные линии (1-4, 6-8, и 10 месяцы 2012 г.) также наблюдаются резкие изменения значений КС. Что подтверждает вывод в [3, 4] о том, что магнитные вариации (или вариации AE – индексов) оказывают влияние на измерительные линии или измеряемые параметры - вариации КС горных пород. Аналогичные результаты и за другие года отчетного периода.

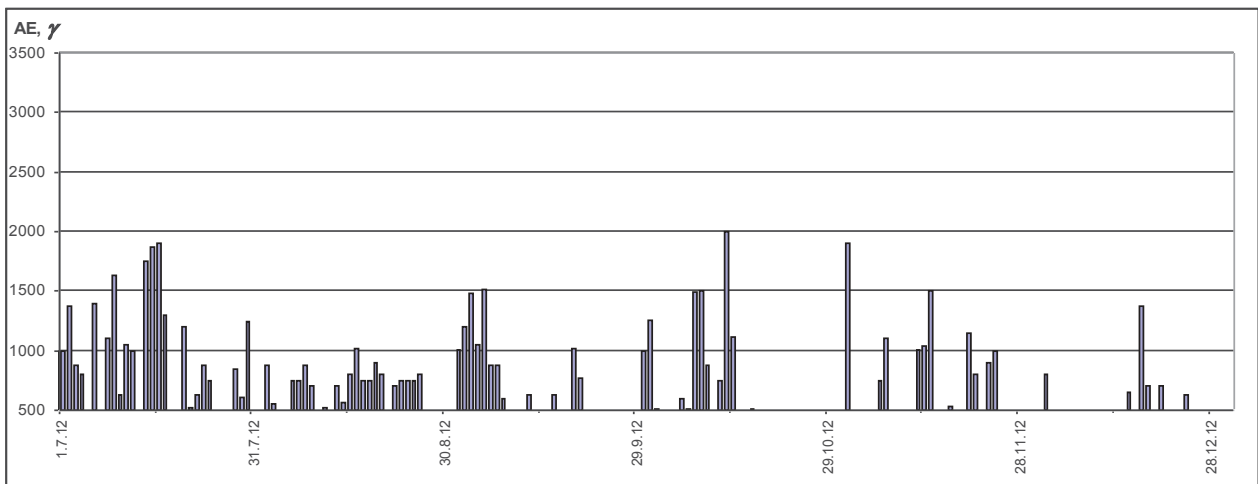
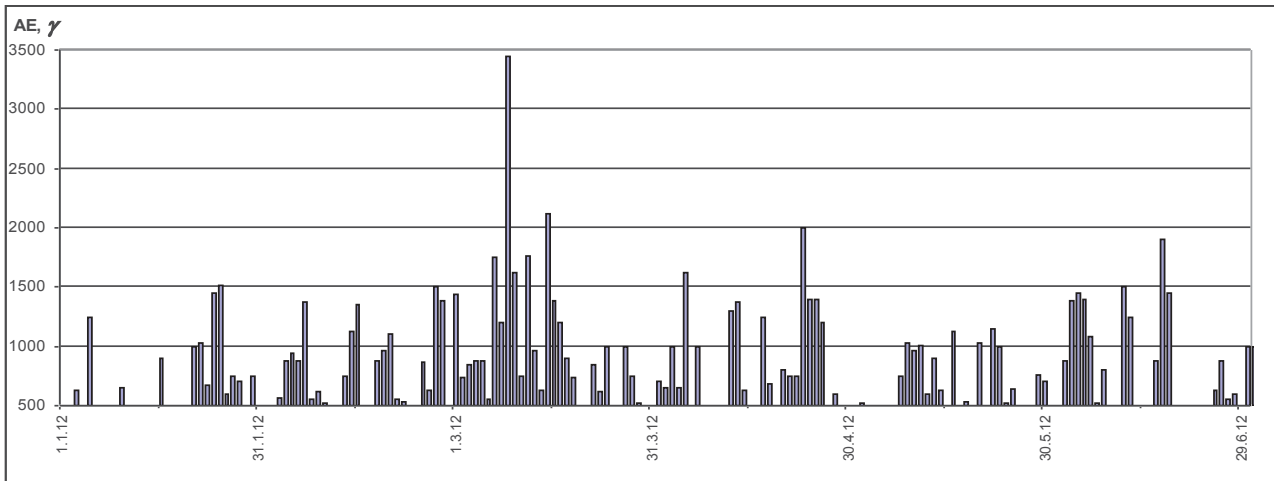
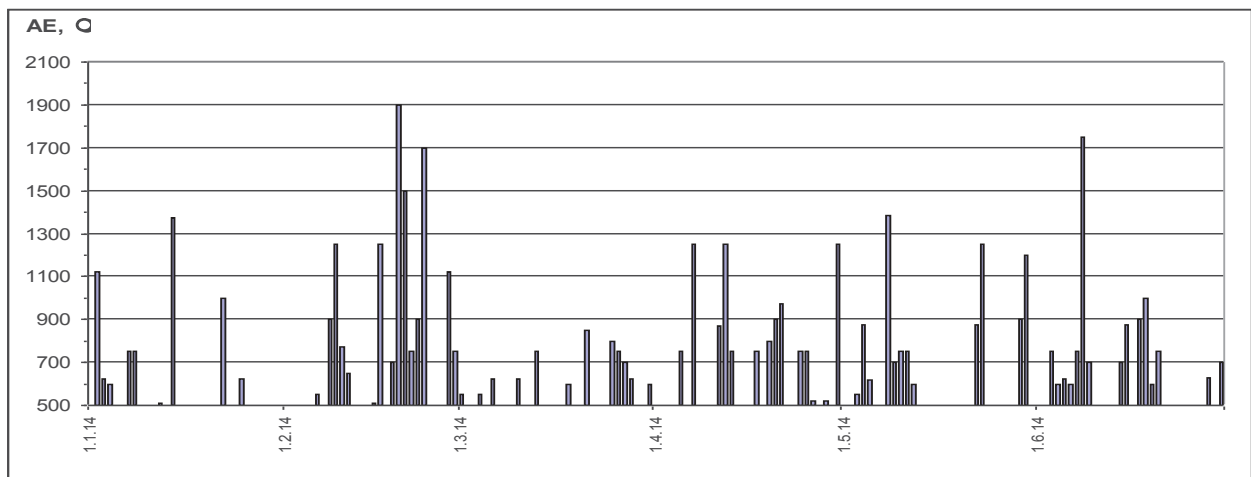


Рис.4. Вариации AE – индекса геомагнитной активности за 2012 г.



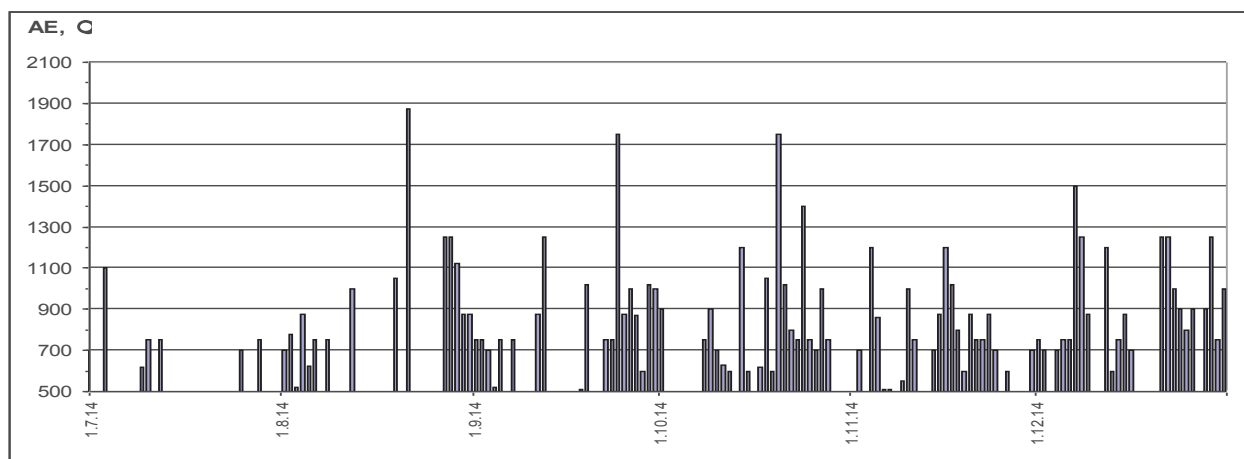


Рис.5. Вариации AE – индекса геомагнитной активности за 2014 г.

Как мы отмечали ранее в [3, 4] фоновым значением AE – индекса можно считать его нахождение в пределах 500 γ . Если максимальное значение AE – индекса приблизительно +3000 γ , то для оказания минимального воздействия (искажения) на проводимые нами измерения должно быть 50 % от него, т.е. приблизительно +1500 γ . Можем считать, что 1000 γ – это уровень обнаруженного или обнаруживаемого воздействия, а 1500 γ – уровень обязательного воздействия на измеряемые параметры или измерительные линии. Таких случаев (по месяцам) обязательного воздействия на рис.4 всего восемь: 1-4, 6, 7 8, и 10 месяцы 2012 г.. Сравнив рис. 4 и рис. 1 - (а) можно отметить, что между вариациями AE - индексов и вариациями КС по месяцам в периоды обязательного воздействия на измеряемые параметры или измерительные линии (1-4, 6-8, и 10 месяцы 2012 г.) наблюдаются резкие изменения значений КС. Аналогично и для 2014 г., случаев (по месяцам) обязательного воздействия на рис. 5 всего шесть: 3, 6, 8, 9, 10 и 12 месяцы 2014 г.. Сравнив рис. 5 и рис. 1 - (в) можно отметить, что между вариациями AE - индексов и вариациями КС по месяцам в периоды обязательного воздействия на измеряемые параметры или измерительные линии (3, 6, 8, 9, 10 и 12 месяцы 2014 г.) наблюдаются резкие изменения значений КС. Это подтверждает вывод о том, что магнитные вариации (или вариации AE – индексов) [3, 4] оказывают влияние на измерительные линии или измеряемые параметры - вариации КС горных пород.

Как мы отмечали [7] возможные причины вариаций геофизических параметров на сети станций ИГ ДНЦ РАН можно разделить на 2 основных вида: это эндогенные и экзогенные причины. И в вариациях наблюдаемых геофизических параметров значительный вклад вносят деформации от сейсмических событий [2]. Поэтому в качестве основной эндогенной причины вариаций КС горных пород на сети станций ИГ ДНЦ РАН и в 2012-2016 гг. рассматриваем: тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин: основной вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности [6] и гравитационных явлений связанных с движениями Земли в Солнечной системе и Галактике, которые отражаются в геологических процессах, происходящих в Земле [8]. Вызывают дополнительное движение или торможение Аравийской и Африканской плит. Давление, которых ответственно за перераспределение тектонических напряжений, изменение деформаций, в исследуемой области и проявляется в вариациях наблюдаемых параметров на сети станций ИГ ДНЦ РАН.

Литература

1. Абдуллаев Ш.-С.О., и др. Вариации кажущегося сопротивления горных пород, связанные с геодинамическими процессами в районе нефтегазового месторождения //Журнал «Вулканология и сейсмология». 2011. № 3. С. 155-170.

2. Алиев И.А., и др. Анализ вариаций сейсмичности Восточного Кавказа и её проявление в наблюдаемых параметрах на сети пунктов наблюдений Дагестана в 2014 г. //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. 2016. Вып. 66. С. 129-135.
3. Алиев И.А., Мусаев М.А., Магомедов А.Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород на измерительном пункте Махачкала за 2012 – 2016 гг. //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. 2017. Вып. 1 (68). С. 84-94.
4. Алиев И.А., Мусаев М.А. Вариации геофизических параметров и сейсмической активности в районе измерительных пунктов «Избербаш-Чиркей» за 2012 – 2016 гг. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. № 3 (70), 2017. С. 92 – 108.
5. Добровольский И.П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М. ИФЗ АН СССР. 1984. № 2. 188 с.
6. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справочное пособие. Изд. 2-е, перераб. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 88 с.
7. Отчет по теме: Изучение пространственно – временных закономерностей распределения геополей Восточного Кавказа под воздействием природных и техногенных факторов // Институт геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала, 2016 г. 114 с.
8. Vikulin A.V., Dolgaya A.A., Vikulina S.A. Geodynamics waves and gravity. *Geodynamics & Tectonophysics* 2014. 5(1), 291 – 303. doi: 10.5800/GT – 2014-5-1-0128.
9. www.gsras.ru
10. www.emsc-csem.org

УДК 550.34

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-66-70

ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И СМЕЖНЫХ РАЙОНОВ В ПЕРИОД 2013–17 гг.

Асекова З.О.

Единая геофизическая служба РАН

Дается анализ сейсмической обстановки территории Дагестана и смежных районов за 2013-2017 г. Рассматривается характер распределения выделенной сейсмической энергии и числа землетрясений по годам, а также анализируется сейсмическая активность, сейсмоактивных районов за изучаемый период.

Ключевые слова: сейсмичность территории, суммарная энергия, смежные районы.

NATURE OF SEISMICITY IN THE TERRITORY OF DAGHESTAN AND RELATED AREAS FOR THE PERIOD 2013-17

Asekova Z.O.

Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

The analysis of a seismic situation on the territory of Dagestan and adjacent areas during 2013-2017 is given. The pattern of distribution of the released seismic energy and number of earthquakes by years is considered, and also seismic activity of seismoactive areas for the studied period is analyzed.

Keywords: seismicity of the territory, total energy, adjacent areas.

Сейсмический мониторинг Дагестана и смежных районов проводился на базе региональной сети (Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН) стационарных сейсмических станций, включающей в себя 16 цифровых станций с центром сбора и обработки в г. Махачкала.

Сейсмичность территории Дагестана и прилегающих смежных районов за период 2013-2017 гг. была неравномерной как по числу землетрясений, так и по выделявшейся в их очагах суммарной энергии (рис. 1).

Рассматривая на рис. 2 ход сейсмического процесса в течение пяти лет (2013-2017 гг.) можно отметить, что максимум высвобождения сейсмической энергии приходится на 2016 и 2017 гг. Минимальное значение выделившейся энергии приходится на 2015 г. В 2016 и 2017 гг. (рис. 2) замечен подъем сейсмоактивности, что связано с землетрясениями 14 класса произошедшими 13 мая 2016 г. 21ч. 17 мин. с $K_p=13,5$, 3 мая 2017г. в 08 ч. 53 мин. с $K_p=13$, 6 и 7 декабря в 05 ч. 23 мин. с $K_p=12$, а число сейсмических событий плавно повышается за период 2013-2017 гг.

За рассматриваемый период на исследуемой территории были определены основные параметры для 157 эпицентров землетрясений с $K_p \geq 10$.

Распределение очагов землетрясений по глубинам в период 2013-2017 гг. на территории Дагестана и смежных районах показывает, что основная часть землетрясений распределилась в верхнем горизонте земной коры на глубине от 5 до 60 км. Очаги с повышенной плотностью эпицентров отмечены в пределах от 5 до 25 км. Число очагов землетрясений от 35 до 60 км с глубиной плавно уменьшается.

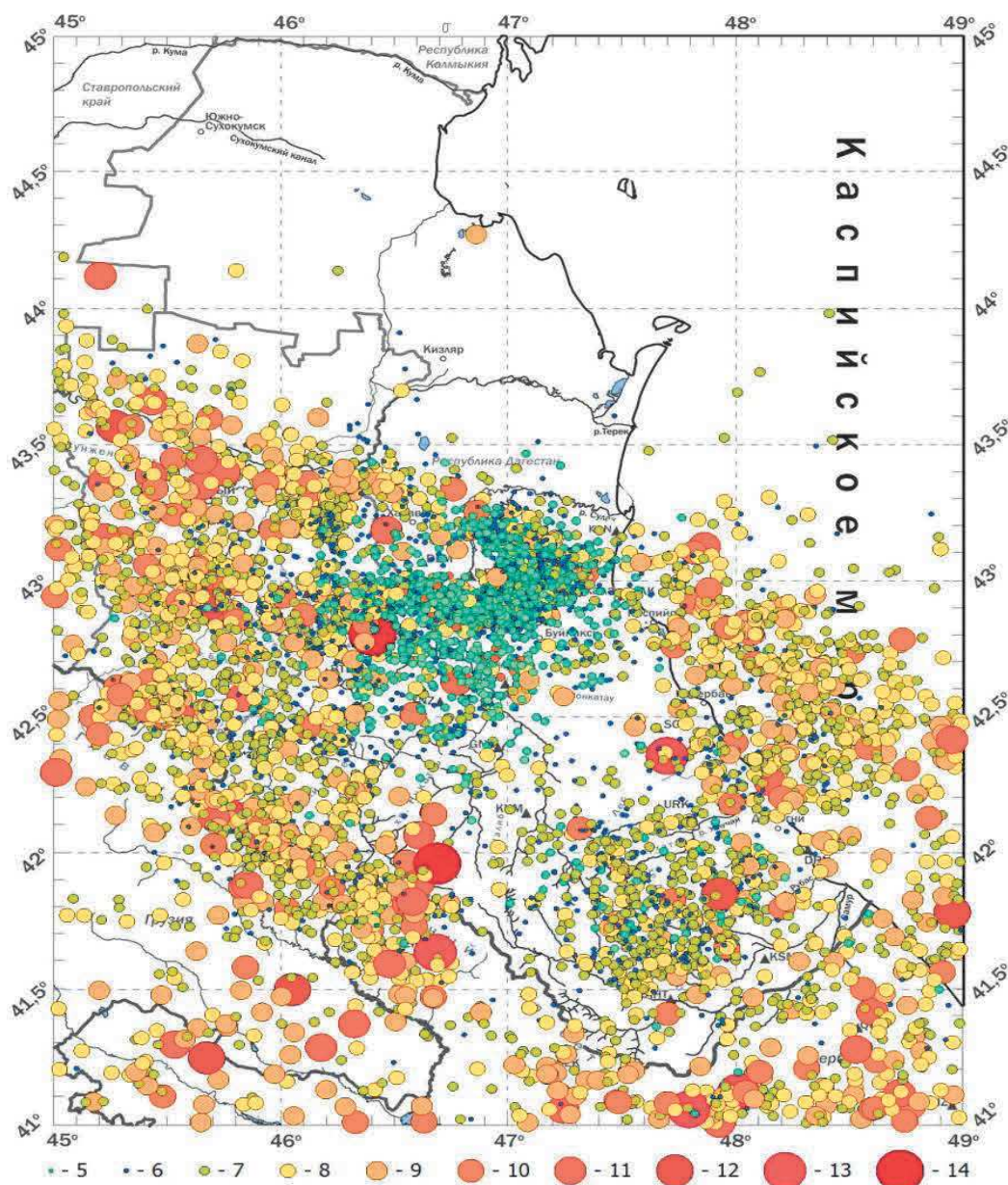


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений территории Дагестана и смежных районов в 2013-17 гг.

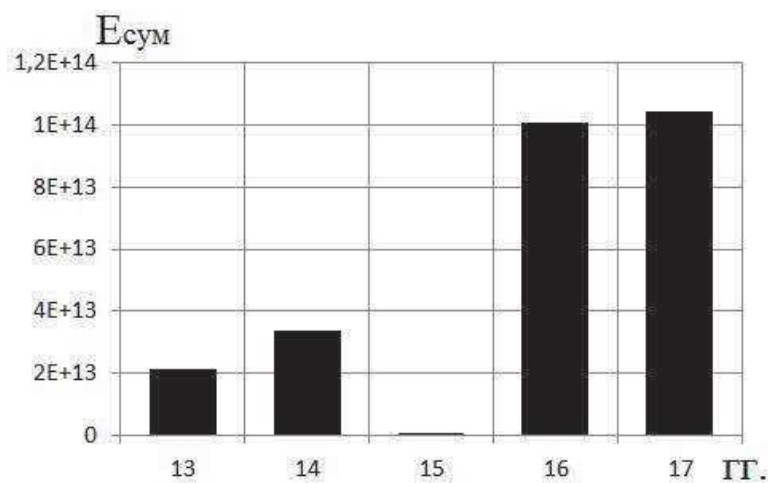


Рис. 3. Распределение выделившейся суммарной сейсмической энергии по годам в 2013-17 гг.

Описание сейсмичности по районам.

Рассмотрим чуть подробнее проявление сейсмичности в районах, критериями условного деления которых были использованы административный признак и интенсивность сейсмичности, где 1 – Дагестанский клин, 2 – Южный Дагестан, 3 – акватория Каспийского моря, 4 – восточная часть Чеченской республики, 5 – восточная часть Грузии, 6 – приграничные районы Дагестана с Азербайджаном.

Дагестанский клин. Зарегистрировано наибольшее число землетрясений (1676) с $K_p=3-11$ или 27% от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия выделенная землетрясениями равна $\Sigma E=0,1976 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 0,12% от величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий. Здесь произошло сильное землетрясение 16 февраля 2014 г. в 05 ч. 17 мин. с $K_p=10,6$, $\varphi=43,18^\circ$ С. Ш., $\lambda=46,46^\circ$ В. Д., $h=11,5$ км [2]. Эпицентр его находится в Хасавюртовском районе, в приграничной части с Чеченской Республикой. Особый интерес представляют землетрясения произошедшие в районе Кизилюрта 22 декабря 2016 г. в 16 ч. 31 мин. с $K_p=10,32$. Толчок ощущался жителями селений в очаговой зоне: Гельбах, Бавтугай, Нижний Чирюрт с силой сотрясений 4-5 баллов [3]. Здесь зарегистрировано 8 землетрясений с $K_p \geq 10$.

Центральный Дагестан. Как видно из рис. 1, зарегистрировано наибольшее число землетрясений с ($N=1003$) с $K_p=3-13,6$ или 16% от общего числа событий в исследуемой территории. Суммарная сейсмическая энергия выделенная землетрясениями равна $\Sigma E=130,648 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 77% от величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий.

Отмечен очаг землетрясения 31 марта 2013 г. в 07 ч. 02 мин. с $K_p=11,45$, локализованный на хребте Аракмеэр между сёлами Хунзах и Унцукуль. В 2013 г. в этом районе зарегистрировано два сейсмособытия 16 апреля и 17 сентября, которые проявились с силой сотрясений около шести баллов. Первое землетрясение произошло 16 апреля в 12 ч. 26 мин. с $K_p=12,67$ [2] в Сергокалинском районе и ощущалось с интенсивностью в 6 баллов в селах Кичи-Гамри, Мамааул, Мюрего [5]. Второе землетрясение произошло 17 сентября в 04 ч. 16 мин. с $K_p=12,94$ [2] на границе Дагестана с Грузией. Оно вызвало сотрясения на территории Дагестана интенсивностью 5-6 баллов в селении Мокок [5].

Наиболее сильное землетрясение произошло в Центральном Дагестане, которое названо Мехельтинским землетрясением, произошедшее 13 мая 2016 г. в 21 ч. 17 мин. с $K_p=13,5$ в горном Дагестане в приграничной зоне с Чеченской республикой. Это землетрясение сопровождалось сотрясениями с интенсивностью в 5-6 баллов в населенных пунктах Буртунай, Дылым, Мехельта и Дубки [7].

Землетрясение 2 сентября 2016 г. в 00 ч. 19 мин. с $K_p=9,73$ на территории Ботлихского района северо-западнее от села Ботлих сопровождалось сотрясениями в 4 баллов населенных пунктах Ансалта, Годобери, Чанко, Нижний Инхо, Алак. Не смотря на умеренное значение $K_p=9,73$ Ботлихское землетрясение охватило значительную площадь и ощущалось на территории Цумадинского и Ахвахского районов [3]. Также зарегистрировано землетрясение на юго-западе Дагестана в Тляртинском районе 20 декабря 2016 г. в 16 ч. 40 мин. с $K_p=11,1$.

В Рутульском районе произошло землетрясение, которое ощущалось в селах Дженехе, Мишлеше, Муслах, Цахур [4] с силой сотрясений интенсивностью в 4-5 баллов. Наиболее сильное землетрясение отмечено 3 мая 2017 г. в 08 ч. 53 мин. с $K_p=13,6$ [10]. В Чародинском районе оно ощущалось с силой сотрясений в 5-6 баллов. Макросейсмические проявления Цурибского землетрясения отмечены в Чародинском, Гунибском и Лакском районах. Сотрясения в 5 баллов отмечены в селениях Ругуджа, Кумух, Гуниб, Вачи, Гергебиль, Акуша и Леваши [9].

Южный Дагестан. В этом районе локализовано 499 землетрясений с $K_p=4-12$ (рис. 1) или 8% от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия выделенная землетрясениями равна $\Sigma E=0,16 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 0,09% от величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий.

Землетрясение 7 декабря 2017 г. в 05 ч. 22 мин. с $K_p=12$ и $h=14$ км ощущалось в селении Ляхля Хивского района с силой в 5-6 баллов, а в селениях Юхари-Ярак, Ашага-Ярак, Куштиль, Хучни, Чувек, Ничрас, Зильдик, Кондик, Пилиг, Межгул, Хив и Черс землетрясение сила сотрясений составила около 5 баллов [1].

Прибрежная часть Каспийского моря. Здесь зарегистрировано 697 землетрясений в широком диапазоне энергетических классов с $K_p=4-12$. Суммарная выделившаяся энергия равна $\Sigma E=1,533 \cdot 10^{12}$ Дж. В акватории Каспийского моря произошли три заметные землетрясения: 15 марта 2014 г. в 00 ч. 58 мин. с $K_p=11,57$, 16 июня 2015 г. в 13 ч. 50 мин. с $K_p=10,55$ и 11 октября 2017 г. в 00 ч. 12 мин. с $K_p=11,18$ [2]. В этом районе много слабых землетрясений с $K_p=6-10$ и характеризуется слабой сейсмичностью.

Восточно-Чеченский район. Наибольшее число землетрясений (1163 с $K_p=4-12$) зарегистрировано в этом районе, что составляет 18% от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия выделенная землетрясениями равна $\Sigma E=3,367 \cdot 10^{12}$ Дж или 2% от величины суммарной энергии зарегистрированных в регионе событий.

Два заметных землетрясения произошли в Чеченской республике 2 июня 2014 г. в 08 ч. 07 мин. с $K_p=12,13$ и 24 ноября в 19 ч. 05 мин. с $K_p=10,86$ [2]. Первое землетрясение ощущалось в Петропавловском, Ильинском, Беркат-Юрте с силой до 4 баллов, с силой в 3-4 балла в городах Грозный, Аргун, Гудермес и в селах Червленое, Толстой-Юрт, Мескер-Юрт. Второе землетрясение ощущалось с интенсивностью сотрясений в 3-4 балла в Чечен-Ауле, Пригородном, Комсомольском, Аргуне, Атаге, Автуре и в Шали [8].

В этом районе были зарегистрированы восемь заметных землетрясений: 15 августа 2013 г. в 11 ч. 11 мин. с $K_p=10,56$; 24 августа в 23 ч. 33 мин. с $K_p=10,59$; 8 декабря в 07 ч. 39 мин. с $K_p=10,74$; 27 апреля 2014 г. в 01 ч. 42 мин. с $K_p=11,69$; 22 января 2015 г. в 23 ч. 19 м. с $K_p=10,93$; 29 мая 2016 г. в 05 ч. 44 мин. с $K_p=10,6$; 6 марта 2017 г. в 01 ч. 26 мин. с $K_p=10,91$; 10 мая в 17 ч. 40 мин. с $K_p=10,58$ [2]. Все эти землетрясения привязаны к Сунженскому хребту Чеченской республики.

Район Восточная Грузия. Уровень сейсмической активности заметно снижен в том районе и зарегистрированы 731 землетрясения с $K_p=5-12$ или 12% от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия выделенная землетрясениями равна $\Sigma E=1,568 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 0,93% величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий. Наиболее сильные землетрясения локализованы в приграничной зоне северо-востока Грузии и северо-запада Азербайджана: 14 октября 2014 г. в 10 ч. 13 мин. с $K_p=13,45$ [2] и многочисленные слабые землетрясения.

Можно отметить очаги землетрясений 18 сентября 2013 г. в 00 ч. 23 мин. с $K_p=10,61$, 12 июня 2016 г. в 00 ч. 52 мин. с $K_p=11,1$ [2]. Локализованы очаги в приграничной части Восточной Грузии с Юго-западным Дагестаном.

Район Азербайджан. Зарегистрированы 398 землетрясений с $K_p=5-13$ или 6% от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия выделенная землетрясениями равна $\Sigma E=31,635 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляло 18,3% от величины суммарной энергии зарегистрированных в регионе событий.

В северо-западном Азербайджане можно отметить следующие землетрясения: 29 июня 2014 г. в 17 ч. 26 мин. с $K_p=13,07$ [2] и многочисленные землетрясения с $K_p=6-11$;

В северо-восточной части территории Азербайджана отмечены очаги землетрясений 14 сентября 2013 г. в 10 ч. 14 мин. с $K_p=11,1$, 26 января 2015 г. в 03 ч. 30 мин. с $K_p=11,41$ и 4 октября 2017 г. в 02 ч. 36 м. с $K_p=10,61$ [2]. Скопление очагов землетрясений отмечено в северной части Азербайджана в приграничных с Южным Дагестаном районах, в районе Шахдамской горы в районе Габеля и Огуз 30 апреля 2013 г. в 09 ч. 29 мин. с $K_p=11,2$ [2]. Самое сильное землетрясение из них произошло 29 сентября 2014 г. в 01 ч. 38 мин. с $K_p=13,3$ [2]. Оно вызвало сотрясение

на территории Дагестана интенсивностью 4 балла в селении Ахты [10]. Также здесь локализовалось землетрясение 4 октября 2014 г. в 04 ч. 59 мин. с $K_p=12,66$ [2]. В Шекинском районе на территории Северного Азербайджана можно отметить очаг землетрясения 18 апреля 2013 г. в 20 ч. 38 мин. с $K_p=11,24$ [2].

Можно констатировать, что сейсмическая активность землетрясений представительного энергетического уровня в 2013-2017 гг. (6167) на исследуемой территории в 8 раз выше уровня предыдущего пятилетнего периода (2392) в 2,58 раз. Причину этого следует искать в особенностях сейсмического режима, связанных с возникновением очага Курчалойского и Закатальского землетрясений, поскольку процесс подготовки и последствия сейсмических событий такой силы влияют на пространственно-временное распределение сейсмичности на исследуемой территории в течение ряда лет. Количество сейсмических событий в зонах 1-4 составляет 3875 землетрясений, а в смежных зонах 5-7 – 2291 землетрясений, то есть в 1,7 раза ниже числа сейсмических событий в зонах 1-4. Суммарная сейсмическая энергия выделившаяся в зонах 1-4 за 2013-2017 гг. составила $\Sigma E=132,536 \cdot 10^{12}$ Дж, а в смежных районах 5-7 – $\Sigma E=36,57 \cdot 10^{12}$ Дж, что 3,6 раз меньше уровня в смежных зонах 1-4.

Резюмируя вышеуказанное отметим, что в 2013-2017 гг. в Дагестане и в смежных районах повышенной сейсмической активностью характеризовался предгорная область и область Главного Кавказского хребта, где были зарегистрированы два редких для этих территорий сейсмических события с $M_s \geq 5,2$ и три события с $M_s=4,4-5,0$.

Литература

1. Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Магомедов Д.С., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю., Шахмарданова С.Г. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2016-2017 гг. //Фонды ДФ ФИЦ ГС РАН. Махачкала, 2017.
2. Амиров С. Р., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Сагателова Е.Ю. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2011-2015 гг. //Фонды ДФ ГС РАН. Махачкала, 2012-2016.
3. Архивные материалы по макросейсмическому обследованию землетрясений Дагестана //Фонды ДФ ФИЦ ГС РАН. Махачкала, 2017.
4. Габсатарова И.П., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В., Янков А.Ю. Северный Кавказ //Землетрясения в России в 2014 г. Обнинск, 2016. С. 16-21.
5. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Мирзалиев М.М., Магомедов Х.Д. Макросейсмические проявления Кичигамринского II землетрясения 16 апреля 2013 г. с $M_s=4,8$ //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой международной сейсмологической школы. Обнинск, 2013. С. 32-35.
6. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Грузино-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. ($K_p=13$, $M_s=4,9$, $J_0=6$) //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. Обнинск, 2014. С. 54-57.
7. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д., Адилов З.А. Мехельтинское землетрясение 3 мая 2016 г. //Глубинное строение, минералогия, современная геодинамика и сейсмичность Восточно-Европейской платформы и сопредельных районов. Материалы XX всероссийской конференции с международным участием. Воронеж, 2016. С.63-67
8. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Ашуралиев З.И. Цурибское землетрясение 3 мая 2017 г. на территории Дагестана //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XII Международной сейсмологической школы. Обнинск, 2017 г. С. 29-32.
9. Асманов О.А., Адилов З.А. Сейсмичность центрального Дагестана //Труды Института геологии ДНЦ РАН. №3(70). Махачкала, 2017 г. С. 45-55.
10. Черкашин В.И., Дорофеев В.М., Крамынин П.И., Магомедов Р.А., Мамаев С.А., Никуев Р.Ю. Организация инженерно-сейсмометрической службы в Республике Дагестан //Вестник Дагестанского научного центра РАН. № 14. 2003. С. 25-37.

УДК 530348098.64 (470.6)
DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-71-78

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГРАДАЦИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ ДАГЕСТАНА И СМЕЖНЫХ РАЙОНОВ

Асманов О.А.
Единая геофизическая служба РАН

В связи с отсутствием четкого блокового деления земной коры для обзора сейсмичности Дагестан и приграничных районов критериями условного деления в статье выбраны административный и сейсмический признаки для различных периодов времени. В работе сделана попытка упрощенного деления рассматриваемой территории на семь районов на основе интенсивности современной сейсмичности.

Ключевые слова: градация, блоковое деление, сейсмичность.

SPATIAL GRADATION OF SEISMICITY OF DAGESTAN AND RELATED AREAS

Asmanov O.A.
Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

In the absence of a clear division of the block of the crust for a review of seismicity and Dagestan border areas criteria for conditional division of the article selected administrative and seismic attributes for different periods of time. The paper attempts a simplified division of the territory into seven regions based on modern seismic intensity.

Keywords: gradation, block division, seismicity.

В связи с отсутствием четкого блокового деления земной коры для обзора сейсмичности Дагестан и приграничных районов в пределах координат $\varphi=41^{\circ}-44^{\circ}\text{N}$, $\lambda=45^{\circ}-49^{\circ}\text{E}$, критериями условного деления были выбраны административный и сейсмический признаки для различных периодов времени. В данной работе сделана попытка упрощенного деления рассматриваемой территории на семь районов на основе интенсивности современной сейсмичности, как это показано на рис. 1, где цифры соответствуют номерам районов, выделенных жирными линиями: 1 – Дагестанский клин; 2 – Центральный Дагестан; 3 – Южный Дагестан; 4 – прибрежная зона Каспийского моря; 5 – восточная часть Чечни; 6 – восточная часть Грузии; 7 – северная часть Азербайджана.

Анализ карт плотности эпицентров (рис. 2), построенных по одиннадцатилетним периодам наблюдений показывает стабильность неоднородностей в поле эпицентров землетрясений и места наибольшей плотности эпицентров с течением времени продолжают насыщаться сейсмическими событиями в большей степени, чем окружающая территория.

Все вышеперечисленные условно разделенные районы имеют разный уровень сейсмической активности:

1. Дагестанский клин. В пространственном распределении землетрясений следует отметить эпицентры в районе Чиркейского водохранилища и в эпицентральной зоне Дагестанского землетрясения 1970 г. Оценка сейсмоактивной толщины земной коры близка к 43-45 км [9]. Район занимает площадь 6870 км². Здесь проходят разломы: Срединный, Черногорский и Дербенский [18]. За инструментальный период наблюдений (с 1970 г.) на территории Дагестанского клина локализовано большое число землетрясений. Максимальная магнитуда возможных здесь землетрясений больше величины 6,6 ($K_p=16$) [1, 30]. Последнее событие произошло 31.01.1999 г. в 05 ч. 07 мин. с $K_p=14,3$ [11]. На территории Дагестанского клина произошли землетрясения в 1772 г. с $M=5,2$; $I_0=7$ [12, 5]; 09.03.1830 г. в 11 ч. 22 мин. с $M=6,3$; $I_0=8-9$ [12, 5]; 17.01.1965 г. в 03 ч. 13 мин. с $M=4,1$; $I_0=6$ [14]; 14.05.1970 г. в 09 ч. 20 мин. с $M=5,7$; ($K_p=13,6$); $I_0=7-8$; в 18 ч. 12 мин. с $K_p=16$; $I_0=9$; в 18 ч. 15 мин. с $K_p=15$; $I_0=8$ [1, 30]; 13.11.1974 г. в 02 ч. 36 мин. с $M=4,7$ [16]; 23.12.1974 г. в 05 ч. 22 мин. с $M=5,0$; $I_0=7$ [28]; 09.01.1975 г. в 23 ч. 09 мин. с $K_p=14$; $I_0=8$ [13]; 14.07.1977 г. в 16 ч. 35 мин. с $M=4,5$; $I_0=6$ [4].

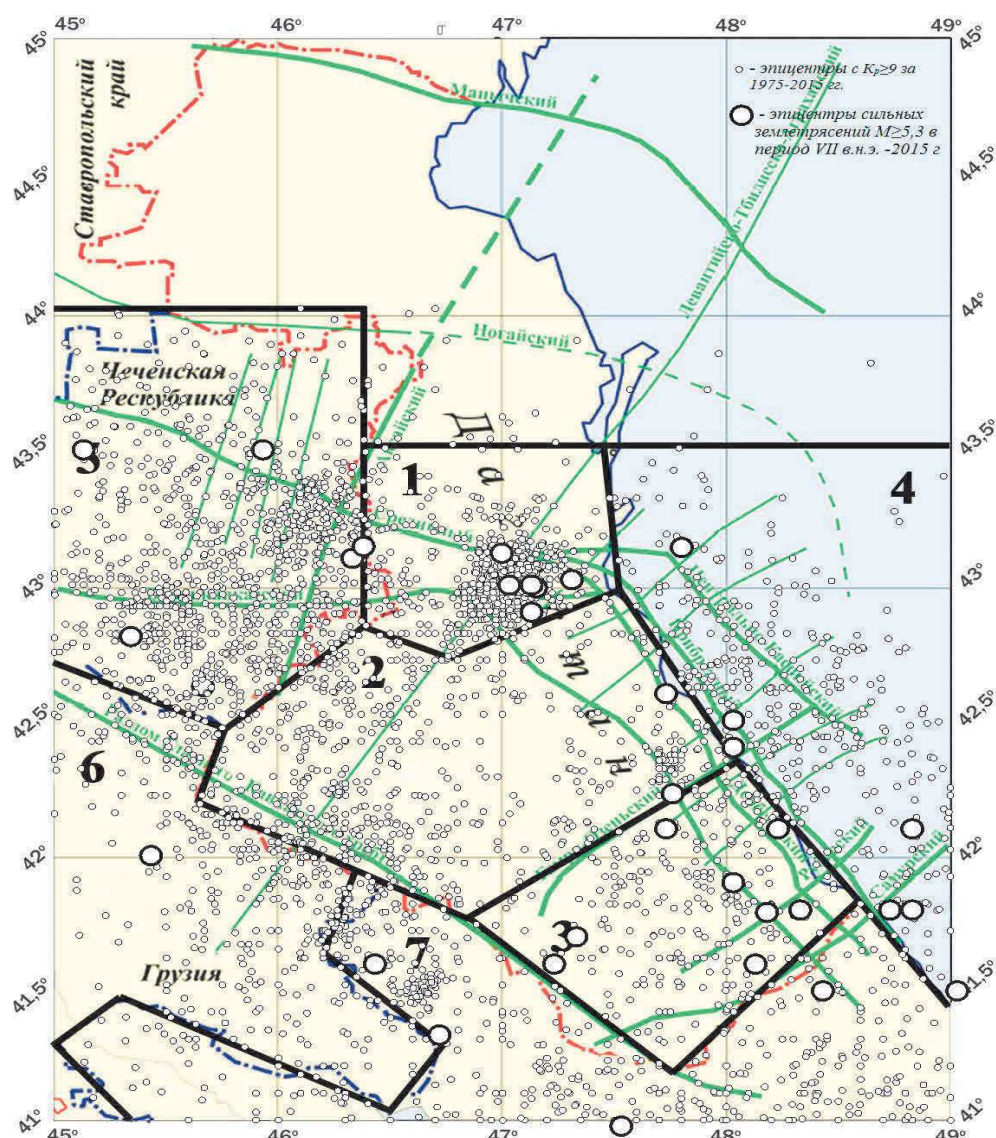
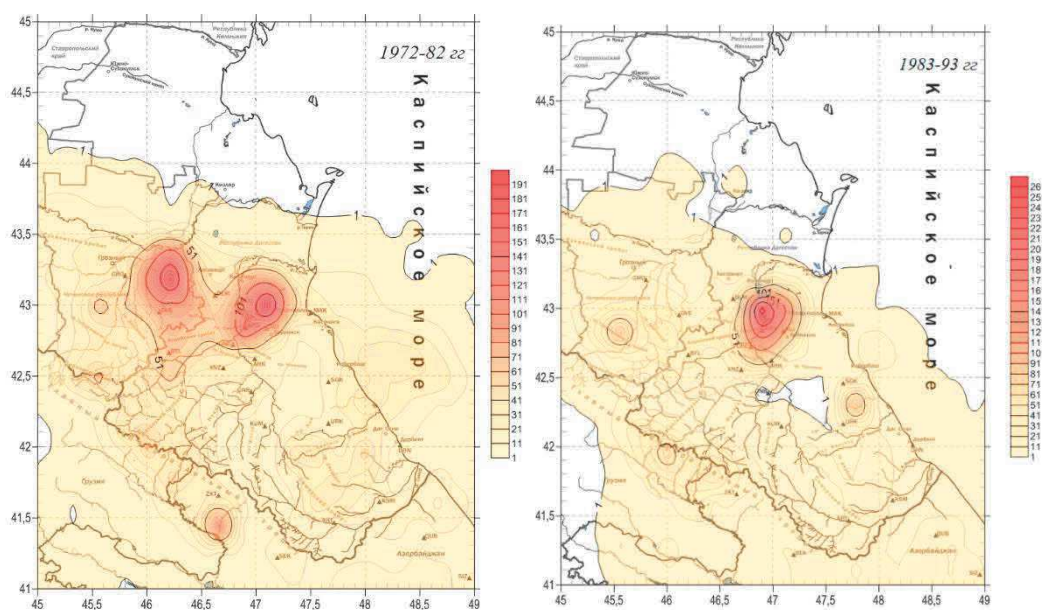


Рис. 1. Карта разломной тектоники и эпицентров исторических и зарегистрированных в инструментальный период землетрясений Дагестана и прилегающих территорий с $M \geq 5,3$ [18]



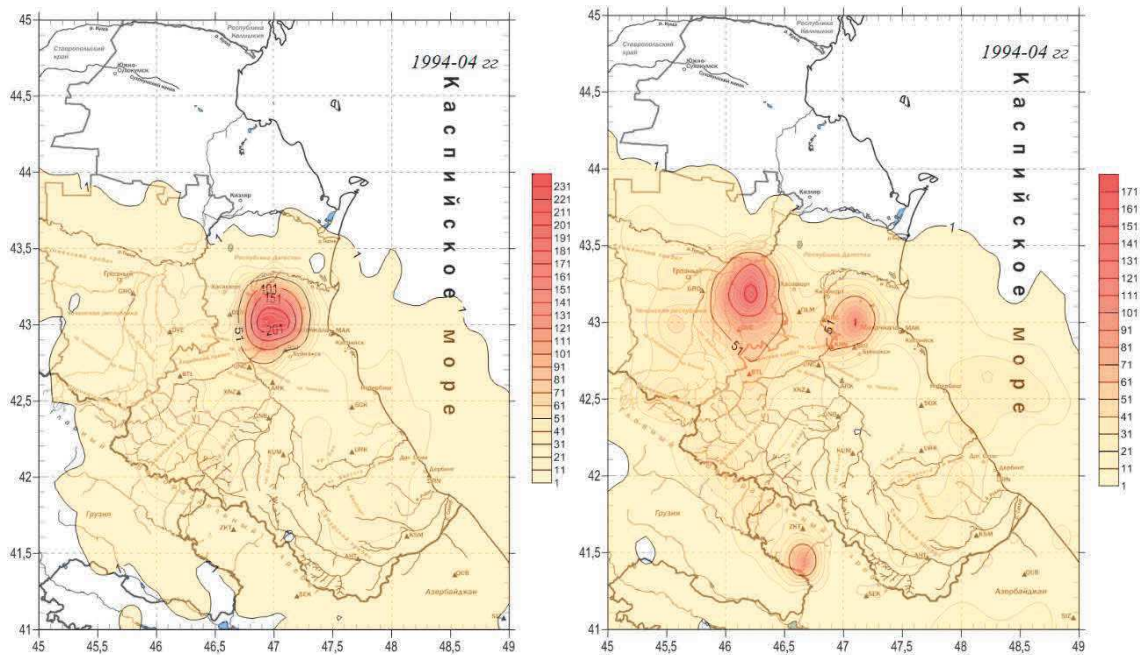


Рис.2. Карты плотности эпицентров землетрясений Дагестана и смежных зон по 11-ти летним интервалам наблюдений за период 1975-2015 гг.

Количественные характеристики уровня сейсмической активности района, выраженные суммарным числом землетрясений и выделившейся энергией за каждый год приведены на рис. 3. Коэффициент повторяемости землетрясений Дагестанского клина по наблюдениям с 1975 по 2016 гг. приведены в таблице 1.

За инструментальный период наблюдений на территории Дагестанского клина локализовано 4291 землетрясений с $K_p=6-14$ от их общего числа 13239 землетрясений в регионе. За 1975-2015 гг. эта цифра составляет 34,2% от суммарной сейсмической энергии $\sum E=13,38 \times 10^{13}$ Дж.

2. Центральный Дагестан. Мощность земной коры колеблется в пределах 46-48 км [9]. Район занимает площадь 4880 км². Здесь проходит разлом Горного Кавказского хребта, Черногорский, Дербентский и Гимри-озеньский разломы [18]. Наблюдаемые в Центральном районе полосы концентрации эпицентров землетрясений соответствуют ориентации указанных разломов. Здесь отчетливо проявлена повышенная плотность эпицентров землетрясений вдоль зоны Гамри-озеньского разлома [18]. Из всех известных в районе сейсмических событий, как уверенно локализованных по историческим данным, так и определенных инструментально, максимальной энергией обладали землетрясения: 650 года н.э. с $M=6,1$, $I_0=8$ [12]; 12.03.1844 г. с $M=5,3$, $I_0=7$ [12, 5]; 28.08.1865 г. в 10 ч. 50 мин. с $M=4,8$, $I_0=6$ [12, 5]; 02.07.1893 г. в 01 ч. 15 мин. с $M=4,9$, $I_0=5-6$ [12, 5]; 19.12.1899 г. в 18 ч. 40 мин. с $M=4,9$, $I_0=5-6$ [12, 5]; 30.10.1909 г. в 17 ч. 26 мин. с $M=5,8$, $I_0=6$ [12, 5]; 21.04.1954 г. в 09 ч. 17 мин. с $M=4,8$, $I_0=6$ [12, 5]; 04.08.1974 г. в 15 ч. 06 мин. с $M=5,1$, $I_0=6-7$ [29]; 13.11.1974 г. в 02 ч. 36 мин. с $K_p=13$, $I_0=7$ [16]; 20.06.1975 г. в 13 ч. 53 мин. с $M=4,3$, $I_0=6$ [23]; 28.07.1976 г. в 20 ч. 17 мин. с $M=6,4$, $I_0=8$ [21]; 28.08.1978 г. в 13 ч. 43 мин. с $M=5,0$, $I_0=6$ [26, 2]; 03.05.1988 г. в 09 ч. 15 мин. с $K_p=13,6$ [15]; 15.02.1992 г. в 12 ч. 52 мин. с $M=4,7$, $I_0=7$ [27]; 17.04.1994 г. в 08 ч. 02 мин. с $K_p=12,7$, $I_0=5-6$ [12]; 16.04.2013 г. в 12 ч. 26 мин. с $K_p=12,7$, $I_0=6$ [7].

За инструментальный период наблюдений (с 1975 г.) на территории этого района локализовано 2311 землетрясений с $K=6-14$ от их общего числа 132393 землетрясений в регионе. За 1975 – 2015 гг. эта цифра составляет 17,4 %, а суммарная сейсмическая энергия $\sum E=0,75 \times 10^{13}$ Дж. Этот район характеризуется умеренной сейсмической активностью (рис. 3) с некоторым увеличением наклона графика повторяемости (γ) за период 1986-1995 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием при сопоставленных стандартных ошибках (табл. 1). Уточнение средних значений глубин гипоцентров землетрясений, произошедших на территории этого района показало, что сейсмические события располагаются в пределах земной коры $h=10-40$ км [10].

3. Южный Дагестан включает Южный Дагестан, граничащий с Азербайджанской республикой. Мощность земной коры колеблется в пределах 47-50 км [9]. Район занимает площадь 8360 км². Здесь проходят разломы Главного Кавказского хребта: Черногогорский, Самурский и Дербентский разломы. Эпицентрально поле характеризуется полосовидной концентрацией землетрясений в прибрежной зоне восточной части района. Здесь локализовались землетрясения: 918 г. $M=6,0$, $I_0=8$ [5]; 1622 г. $M=5,1$, $I_0=6-7$ [12, 5]; 08.06.1652 г. в 20 ч. с $M=5,8$, $I_0=8-9$ [12, 5]; 04.05.1878 г. с $M=5,7$, $I_0=7$ [12, 5]; 25.03.1913 г. в 14 ч. 03 мин. с $M=5,7$, $I_0=7$ [5]; 30.08.1948 г. в 21 ч. 42 мин. с $M=5,4$, $I_0=6$ [12]; 20.04.1966 г. в 16 ч. 42 мин. с $K_p=14$, $I_0=8$ [19]; 03.01.1990 г. в 08 ч. 25 мин. с $M=4,7$, $I_0=7$ [25]. Другие очаги, локализованные в западной части и приурочены к Главному Кавказскому хребту: 1250 г. с $M=5,7$, $I_0=7-8$ [5], 17.12.1667 г. с $M=6,5$, $I_0=8$ [12, 5]; 1764 г. с $M=5,1$, $I_0=6$ [5]. Район характеризуется достаточно высокой сейсмической активностью (рис. 1, 3) и стабильностью графика повторяемости.

За инструментальный период наблюдений с 1975 г. на территории Южного Дагестана локализовано 991 землетрясений с $K \geq 6-13,0$. От общего числа землетрясений в регионе эта цифра составляет 7,4%. от суммарной сейсмической энергии $\Sigma E=0,74 \times 10^{13}$ Дж. Современная сейсмическая активность в Южно-Дагестанском районе формируется отдельными сильными землетрясениями и группами слабых толчков (рис. 3).

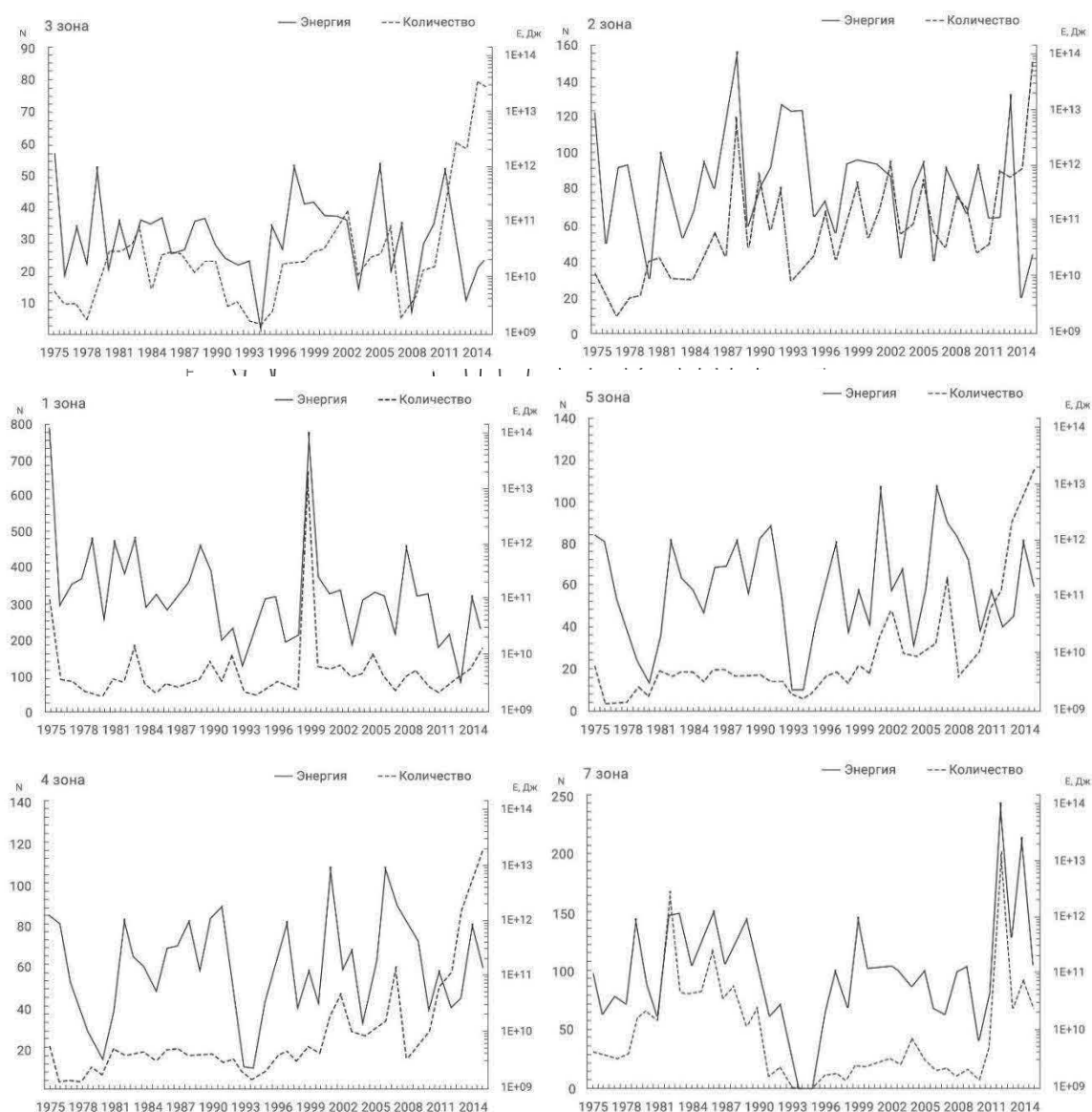


Рис. 3. Распределение числа землетрясений и логарифма суммарной сейсмической энергии по годам для семи районов Дагестана и смежной зоны.

График повторяемости стабилен в течении 40 последних лет и его наклон достаточно типичен для этого района. Гипоцентры находятся в пределах $h=10-33$ км.

4. Прибрежная часть Каспийского моря. Мощность земной коры колеблется в пределах 36-45 км [9]. Район занимает площадь 17750 км². В данном районе, наряду с участками рассеянной низкой сейсмичности, можно видеть отдельные места высокой концентрации эпицентров землетрясений изометричными пятнами скоплений роевых событий. Наиболее значительным является 957 г. с $M=5,5$, $I_0=7$ [15]; 26.06.1889 г. в 12ч. 45 мин. с $M=5,9$, $I_0=6$ [5]; 21.02.1902 г. в 06 ч. 21 мин. с $M=5,6$, $I_0=7$ [5]; 05.07.1903 г. в 21ч. 54 мин. с $M=5,5$, $I_0=6$ [12, 5]; 21.08.1907 г. в 05ч. 11 мин. с $M=5,5$, $I_0=5-6$ [12, 5]; 09.04.1935 г. в 19ч. 59 мин. с $M=6,3$, $I_0=6$ [12, 5]; 05.06.2001 г. в 15ч. 33 мин. с $K_p=12,6$, $I_0=6$ [10]; 11.09.2006 г. в 02ч. 23 мин. с $K_p=12,7$ [10].

Сейсмический режим территории характеризуется существенным увеличением углового коэффициента графика повторяемости γ за период 2006-2015 гг. (таблица 1).

Таблица 1

№	1976-1985 гг.			1986-1995 гг.			1996-2005 гг.			2006-2015 гг.		
	ΔK	N	γ	ΔK	N	γ	ΔK	N	γ	ΔK	N	γ
1	8-12	629	0,53	7-12	741	0,57	7-14	1127	0,54	7-12	561	0,54
2	8-12	223	0,39	8-14	407	0,42	8-12	405	0,41	7-13	549	0,48
3	8-12	129	0,45	8-11	121	0,48	8-12	204	0,41	7-12	305	0,48
4	8-12	106	0,46	8-12	115	0,34	8-13	209	0,49	8-13	335	0,44
5	8-14	471	0,41	8-13	315	0,52	8-12	312	0,55	8-14	888	0,39
6	8-13	358	0,46	8-13	175	0,41	8-12	121	0,44	8-13	235	0,44
7	8-12	425	0,50	8-12	271	0,47	8-12	186	0,61	8-14	497	0,47

Примечание: ΔK – интервал энергетических классов землетрясений, использованный при расчёте γ ; N – число использованных землетрясений; γ – угловой коэффициент графика повторяемости со стандартной ошибкой.

За инструментальный период наблюдений (с 1975 г.) на территории Прибрежной части Каспийского моря локализовано 1040 землетрясений с $K \geq 6-13$, что составляет 7,8% из общего числа землетрясений региона. Этот район характеризуется умеренной сейсмической активностью (рис. 3) и некоторым уменьшением наклона графика повторяемости за период 1986-1995 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием при сопоставленных стандартных ошибках (табл. 1). Глубина очагов землетрясений в этом районе находится в пределах $h=5-43$ км. [10].

5. Восточно-Чеченский район. Он охватывает восточную часть Чеченской республики. Мощность земной коры в его пределах составляет 38-44 км [9]. Район занимает площадь 14400 км². Здесь проходят разломы: Черногорский; Срединный в широтном направлении; Аксайский разлом - проходит в приграничной зоне Чечни с Дагестаном по направлению с юго-запада на северо-восток [18].

Высокая современная сейсмическая активность в рассматриваемом районе формируется отдельными сильными землетрясениями и группами слабых толчков.

В восточной части района произошли землетрясения: 23.02.1785 г. в 01ч. 02 мин. с $M=5,5$, $I_0=6-7$ [5]; 16.10.1886 г. в 08ч. 35 мин. с $M=5,7$, $I_0=6-7$ [5]; 10.05.1902 г. в 12ч. 36 мин. с $M=5,2$, $I_0=6$ [5]; 24.10.1933 г. в 16 ч. 24 мин. с $M=5,2$, $I_0=7-8$ [5]; 05.03.1948 г. в 20ч. 02 мин. с $M=5,0$ [12]; 09.10.1950 г. в 07ч. 32 мин. с $M=5,0$, $I_0=6$ [12]; 11.10.2008 г. в 09ч. 06 мин. с $K_p=13,7$ [20].

В западном районе: 10.08.1912 г. в 01 ч. 17 мин. с $M=5,7$, $I_0=8$ [5]; 02.03.1966 г. с $M=4,9$, $I_0=7$ [24]; 17.06.1969 г. в 23 ч. 24 мин. с $K_p=13,2$, $I_0=6-7$ [5]; 18.10.1981 г. в 05 ч. 22 мин. с $K_p=13,4$ [10]; 04.03.1984 г. в 10 ч. 01 мин. с $K_p=13,0$ [10]; 10ч. 06 мин. с $K_p=13,0$; 19ч. 24 мин. с $K_p=13,8$; 03.08.1989 г. в 07 ч. 42 мин. с $K_p=13,1$ [8]; 12.05.1981 г. в 17 ч. 43 мин. с $K_p=13,5$ [10]. За инструментальный период наблюдений с 1975 г. на территории Восточной части Чечни локализовано 1557 землетрясений, т.е. 11,7% от их общего числа в регионе за 1975-2015 гг. Этот район характеризуется достаточной сейсмической активностью (рис.1, 3) с некоторым уменьшением наклона графика повторяемости (γ) за период 1986-1995 гг. по сравнению с предыдущим

десятилетием при сопоставленных стандартных ошибках (табл. 1). Распространение землетрясений по глубинам гипоцентров в этом районе находится в пределах земной коры $h=13-35$ км.

6. Район Восточная Грузия. Район занимает площадь 13000 км^2 . Мощность земной коры в этом районе достигает $43-46 \text{ км}^2$. Сейсмический режим приграничной зоны Восточной Грузии характеризуется относительно высокой сейсмичностью.

Здесь зарегистрированы следующие ощутимые землетрясения: 1530 г. с $M=5,7$, $I_0=8$ [5]; 19.01.1907 г. в 22ч. 10 мин. с $M=5,0$, $I_0=6-7$ [5]; 02.11.1951 г. в 21ч. 55 мин. с $M=5,3$, $I_0=7$ [12]; 04.07.1985г. в 05ч. 08 мин. с $K_p=13$, $I_0=5-6$ [10]; 23.02.1981 г. в 04ч. 04 мин. с $K_p=13$, $I_0=7$ [17]; 03.05.1981 г. в 04ч. 10 мин. с $K_p=12,7$, $I_0=6-7$ [10]; 07.05.2012 г. в 14ч. 15 мин. с $K_p=12,7$, $I_0=6$ [10]; 14.10.2012 г. в 10 ч. 13 мин. с $K_p=13,44$, $I_0=6$ [10]; 17.09.2013г. в 04 ч. 09 мин. с $K_p=12,94$ [22],

Сейсмический режим в Восточной части Грузии характеризуется относительно низкой плотностью эпицентров слабых землетрясений (рис. 2) (табл. 1). В то же время в его пределы попадает эпицентральная область восьми-балльного землетрясения. За инструментальный период наблюдений (с 1975 г.) на территории района Восточной Грузии №6 локализовано 1273 землетрясения от их общего числа 13239 землетрясений в регионе за 1975-2015 гг. Эта цифра составляет 9,6% от суммарной сейсмической энергии $\sum E=8,66 \times 10^{13}$ Дж. Этот район характеризуется умеренной сейсмической активностью (рис. 1,3) и стабильностью графика повторяемости (γ) за период 1986-1995 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием при сопоставимых стандартных ошибках (табл.1). Гипоцентр находится в пределах $h = 10-20$ км.

7. Район Азербайджан. Мощность земной коры колеблется в пределах $45-55 \text{ км}^2$. Северо-западная часть Азербайджана относится к сейсмоактивному району: 02.09.1936 г. в 13 ч. 12 мин. с $M=5,3$, $I_0=6$ [12, 5]; 29.06.1948 г. в 16 ч. 06 мин. с $M=6,1$, $I_0=7$ [12]; 07.05.2012 г. в 04 ч. 40 мин. с $K_p=13,66$, $I_0=7-8$ [3]; 18.05.2012 г. в 14 ч. 46 мин. с $K_p=12,7$, $I_0=6$ [10]; 18.05.2012 г. в 14ч. 47 мин. с $K_p=12,8$, $I_0=6$ [10]; 29.06.2014 г. в 17ч. 26 мин. с $K_p=13,0$ [10].

Сейсмоактивной зоной является Шекинский район Азербайджана. К ним относятся следующие землетрясения: 21.01.1668 г. $M=6,7$, $I_0=9-10$ [10]; 07.04.1668 г. $M=6,5$; 11.01.1667 г. в 12 ч. $M=6,3$ [5]; 12.01.1668 с $M=5,9$; 11.02.1668 г. с $M=5,9$; 26.05.1668 г. с $M=5,9$, $I_0=6$ [5]; 02.11.1903 г. в 22 ч. 12 мин. с $M=5,0$, $I_0=6$ [5]; 02.09.1953 г. в 00 ч. 36 мин. с $M=4,9$, $I_0=7$ [12].

Локализуются очаги землетрясений северо-восточней Азербайджана: 02.09.1936 г. в 11 ч. 57 мин. с $M=4,8$, $I_0=6$ [5]; 30.04.1953 г. в 15 ч. 45 мин. с $M=5,0$; 20.12.1971 г. $M=5,5$, $I_0=7$ [31].

За инструментальный период наблюдений (1975г) на территории Северной части Азербайджана №7 локализовано 1769 землетрясений от их общего числа 13239 в регионе за 1975-2015 гг. Эта цифра оставляет 13,3%, а суммарная сейсмическая энергия $\sum E=16,53 \times 10^{13}$ Дж. Этот район характеризуется достаточной сейсмической активностью (рис. 1,3) и некоторым уменьшением наклона графика повторяемости (γ) за период 1986-1995 по сравнению с предыдущим десятилетием при сопоставленных стандартных ошибках (табл.1). Исследования в районе глубин очагов землетрясений ($N = 1769$), свидетельствуют о том, что больше половины их них расположены на глубинах $h = 5-48$ км.

В качестве условного разделения на районы рассматриваемой территории по сейсмическим и административным признакам мы можем отметить, прежде всего, сейсмологические характеристики на основании имеющихся фактов.

Данное условное разделение можно использовать не как универсальный и единственный вариант, а как один из возможных вариантов для описания сейсмического режима Дагестана и смежных районов и условного разделения на районы.

Литература

1. Агамирзоев Р.А., Ахмедбейли Ф.С., Арефьева Л.А., Асманов О.А и др. Шагдагское землетрясение 20 декабря 1971 года //Землетрясения в СССР в 1972 году. М.: Наука, 1976. С. 27-32.

2. Ананьин И.В. Аргенское землетрясение 2 марта 1966 г. //Землетрясения в СССР в 1966 г. М.: Наука, 1970. С.39-43.
3. Ананьин И.В., Кулиев Ф.Г. Касумкентское землетрясение 20 апреля 1966 г. //Землетрясения в СССР в 1966 г. М.: Наука, 1970. С. 44-56.
4. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Мирзалиев М.М., Магомедов Х.Д. Макросейсмические проявления Кичигамринского –II землетрясения 16 апреля 2013 г. с $M_s=4,8$ //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 32-35.
5. Асманов О.А., Амиров С.Р., Даниялов М.Г., Левкович Р.А. и др. Кизилюртовское землетрясение 31 января 1999 года с $M=5,5$; $I_0=7$. Дагестан //Землетрясения в Северной Евразии в 1999 г. Обнинск: ФОП, 2005 г. С. 254-263.
6. Асманов О.А., Гаджиев С.О., Левкович Р.А. Кичи-Гамринское землетрясение 3 мая 1988 г. // Землетрясения в СССР в 1988 г. М.: Наука, 1990. С. 48-52.
7. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д. Грузино-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. ($K_p=13$; $M_s=5$; $I_0=6$) //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2014. С. 54-57.
8. Асманов О.А., Арефьев С.С., Идармачев Ш.Г. и др. Салатаусское землетрясение 23 декабря 1974 г. в Дагестане // Землетрясения в СССР в 1975 г. М.:Наука, 1978. С. 43-52.
9. Асманов О.А., Арефьев С.С., Идармачев Ш.Г., Левкович Р.А. Бежтинское землетрясение 4 августа 1974 г. //Землетрясения в СССР в 1975 г.» М.:Наука, 1978. С.31-35.
10. Асманов О.А., Арефьев С.С., Идармачев Ш.Г., Левкович Р.А. Бежтинское землетрясение 4 августа 1974 г. //Землетрясения в СССР в 1975 г. М.:Наука, 1978. С.31-35.
11. Асманов О.А., Арефьев С.С., Каспаров С.С., Левкович Р.А. и др. Киятлинское землетрясение. //Землетрясения в СССР в 1975 г. М.: Наука, 1978. С. 36-42.
12. Асманов О.А., Гамидова А.М., Левкович Р.А. Дургелинское землетрясение 14 июля 1977 г. в Дагестане //Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана. №3 (21). Махачкала, 1979. С. 3-10.
13. Асманов О.А., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М. Тлохское землетрясение 15 февраля 1992 г. //Землетрясения Северной Евразии в 1992 г. М.: ИФЗ РАН, 1997. С. 22-28.
14. Бражников В.М., Смирнова М.М. К вопросу строения верхней мантии и нижних горизонтов земной коры северо-восточного Предкавказья //Сейсмичность и сеймотектоника Восточного Предкавказья. Тр. ИГ ДФ АН СССР. 1985 г. Вып. 33. С. 69-76.
15. Быстрицкая Ю.В. Определение глубины Алмалинского землетрясения 17 января 1965 г. //Сейсмичность и сеймотектоника Восточного Предкавказья. Труды ИГ ДФ АН СССР. 1985 г. Вып. 33. С. 32-36.
16. Богачкин Б.М., Гапсатарова И.П., Захарова А.И., Лякумович Б.А. Новичкая Н.А. и др. Землетрясение 3 августа 1989 г. на Северном Кавказе //Землетрясения в СССР в 1989 г. М.: Наука, 1995.
17. Гавазское землетрясение 23 февраля 1981 г. Тбилиси: Мецниереба, 1983. 50 с.
18. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. //Сейсмология, геология, геофизика. М.: Наука, 1980. 170 с.
19. Етирмишли Г.Д., Гаривалиев Е.С., Адилов З.А., Асманов О.А., Даниялов М.Г. Двухсторонний анализ сильных Закатальских землетрясений 2012 г. //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2015. С. 126-131.
20. Комплексный мониторинг сейсмогеодинамических процессов Восточного Предкавказья и акватории Среднего Каспия //Отчет о работе ДФ ГС РАН за 2006-2015 гг. Махачкала, 2007-2016 гг.
21. Левкович Р.А., Асманов О.А., Крамынин П.И. и др. Буйнакское землетрясение 9 января 1975 г. //Сейсмологический бюллетень Кавказа 1975 г. Тбилиси: Мицниереба, 1977. С. 171-192.
22. Левкович Р.А., Крамынин П.И., Дейнега А.Г., Арефьев С.С. Некоторые результаты эпицентральных наблюдений Черногорского землетрясения 28 июля 1976 г. //Геодинамика и сейсмичность территории Дагестана» Тр. ИГ ДФ АН СССР. №3 (21). Махачкала, 1979. С. 63-86.
23. Левкович Р.А., Асманов О.А. Избербашское землетрясение 20 июня 1975г. //Землетрясения в СССР в 1975 г. М.: Наука, 1978. С. 22-25.

24. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1977 г. С.69-170
25. Папалашвили В.Г., Кулиев Ф.Т., Алимурзоев О.Х. и др. Тляротинское землетрясение 26 мая 1978 г. //Сейсмический бюллетень Кавказа 1979 г. Тбилиси: Мецниереба, 1982. С. 209-214.
26. Папалашвили В.Г. Сейсмические условия Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1997. 222 с.
27. Папалашвили В.Г., Кулиев Ф.Т., Алимурзоев О.Х. и др. Тляротинское землетрясение 26 мая 1978 г. //Сейсмический бюллетень Кавказа 1979 г. Тбилиси: Мецниереба, 1982. С. 209-214.
28. Ревелис И.Л., Левкович Р.А., Асманов О.А., Тагиров Б.Д. Даг-Огнинское землетрясение 3 января 1990 г. //Землетрясения в СССР в 1990 г. М.: ИФЗ РАН, 1996. С. 26-27.
29. Смирнова М.Н., Рустанович Д.Н., Санаев О.А. Ачхой-Мартанское землетрясение 18 июня 1969 г. //Землетрясения в СССР в 1969 г. М.: Наука, 1972. С.29-32.
30. Черкашин В.И., Сабанаев К.А., Гаврилов Ю.О., Панов Д.И. Тектоническая карта Дагестана //Труды ИГ ДНЦ РАН. Отв. ред. Ю.Г.Леонов. Вып. 60. Махачкала: АЛЕФ, 2012. с. 89.
31. Шебалин Н.В., Крестников В.Н., Рустанович Д.Н., Штейнберг В.В., Ананьин И.В., Асманов О.А., Левкович Р.А. и др. Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. //Землетрясения в СССР в 1970 г. М.: Наука, 1973. С. 28-49.

УДК 550.34

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-79-86

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН АЗЕРБАЙДЖАНА, ГРУЗИИ И ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В 2017 г.

Павличенко И.Н.

Единая геофизическая служба РАН

В работе дана характеристика сейсмической активности территории Дагестана и приграничных зон Азербайджана, Грузии и Чеченской республики за 2017 год. Представлены карта эпицентров землетрясений, таблицы распределения по энергетическим классам и глубинам и каталог с очагами землетрясений за указанный период времени.

Ключевые слова: сейсмическая активность, основные параметры землетрясений, сейсмическая энергия.

SEISMIC ACTIVITY OF THE TERRITORY OF DAGESTAN AND THE BORDER ZONES OF AZERBAIJAN, GEORGIA AND THE CHECHEN REPUBLIC IN 2017

Pavlichenko I.N.

Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences

The paper describes the seismic activity of the territory of Dagestan and the border zones of Azerbaijan, Georgia and the Chechen Republic for 2017. A map of earthquake epicenters, distribution tables for energy classes and depths and a catalog with earthquake foci for a specified period of time are presented.

Keywords: seismic activity, basic parameters of earthquakes, seismic energy.

Дагестан является одним из сейсмоопасных регионов Северного Кавказа, который, в свою очередь, является наиболее сейсмоактивным в европейской части Российской Федерации и входит в состав одного из активнейших на всем земном шаре Альпийско-Гималайского сейсмоактивного пояса. 90 % территории нашей республики находится в 7-9 балльной зоне. Положение усугубляется еще и тем, что 57 % территории относится к горному рельефу, что способствует формированию больших сейсмодетонаций [1].

В дополнение к существующей естественной сейсмической активности добавляется еще и техногенная сейсмичность, связанная со строительством и эксплуатацией крупных гидротехнических сооружений с большими объемами водохранилищ на реке Сулак (Чиркейская, Ирганайская ГЭС и др.). Отмечено также усиление техногенной сейсмической активности и в результате интенсивной разработки существующих газовых, нефтяных месторождений в области «Дагестанского клина» и в шельфовой зоне Каспийского моря [5,6].

Сейсмоактивность рассматриваемой зоны в 2017 году фиксировалась шестнадцатью цифровыми станциями. Обработка и интерпретация станционных данных с определением всех основных параметров очагов землетрясений (времени возникновения землетрясения, координат эпицентров, энергетических классов и магнитуд) были выполнены сотрудниками отдела обработки сейсмической информации Дагестанского филиала ЕГС РАН.

Нам рисунке 1 приведена карта эпицентров землетрясений в 2017 г.

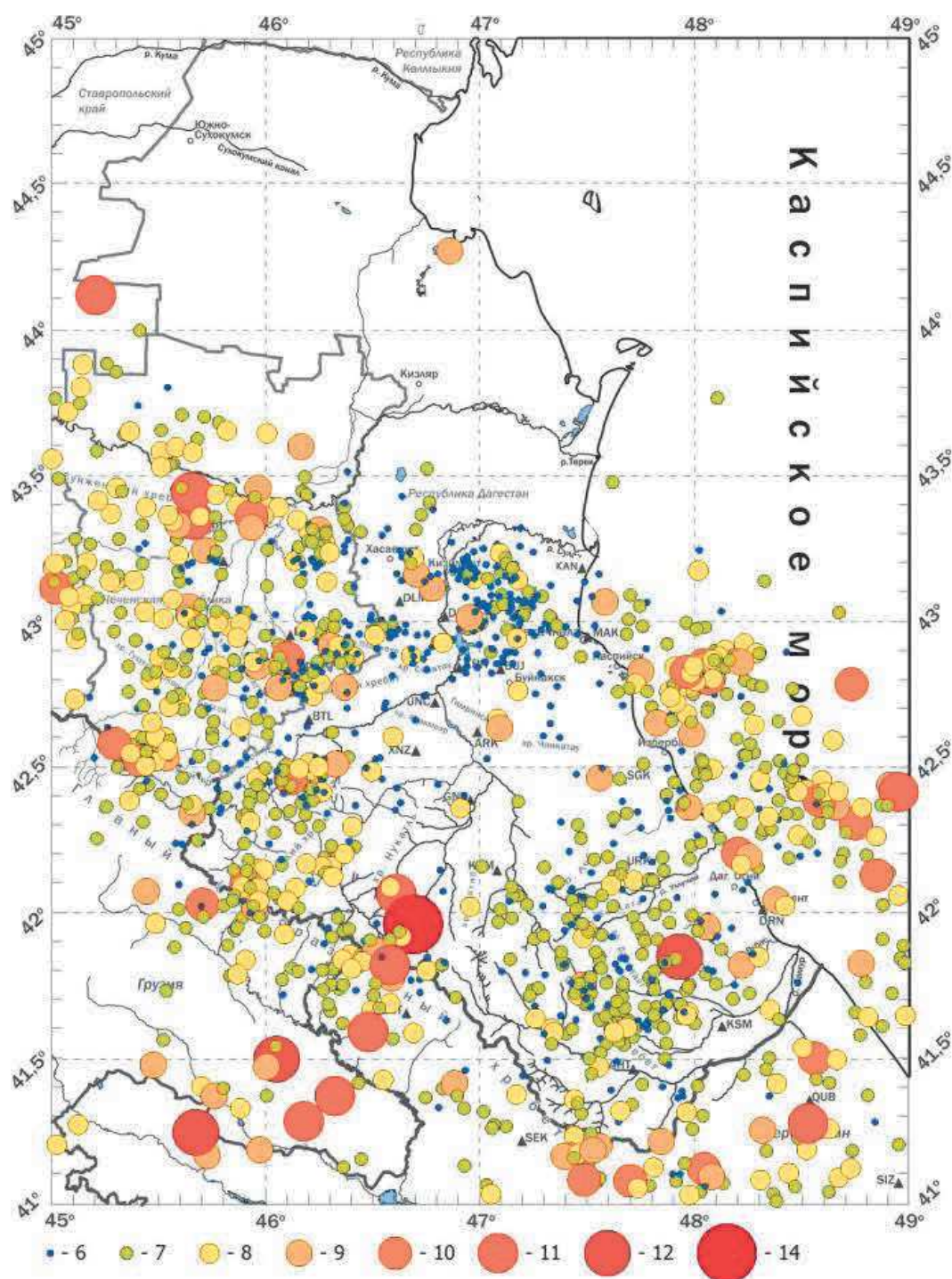


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений территории Дагестана и приграничных зон Азербайджана, Грузии и Чеченской республики в 2017 г.

На площади, ограниченной координатами $\varphi=41.0^{\circ}-44.0^{\circ}$ с.ш и $\lambda=45.0^{\circ}-49.0^{\circ}$ в.д., сетью дагестанских сейсмостанций в 2017 году было зарегистрировано и обработано 1896 землетрясений, распределение которых по классам приведено в таблице 1 с указанием суммарной энергии ΣE . Для сравнения в 2014 году было зафиксировано и обработано 907 очагов, в 2015 году – 1188 очагов, в 2016 году – 1510. Сравнительный анализ указывает на то, что в 2017 году сейсмическая активность в регионе заметно возросла.

Таблица 1.

Таблица распределения числа землетрясений на территории Дагестана и приграничных зон по энергетическим классам K_p и суммарная энергия ΣE за 2017 год.

K_p	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	$\Sigma E 10^{14}$ Дж
N	9	125	318	539	588	226	56	21	10	3	1	$1,04 \times 10^{14}$ Дж

Из таблицы видно, что большинство очагов было зафиксировано в диапазоне энергетических классов $K_p=4-8$. Основную долю в суммарную величину сейсмической энергии внесли землетрясения средних и высоких классов.

Суммарная сейсмическая энергия сильных землетрясений равна $1,04 \times 10^{14}$ Дж. Для анализа была выбрана территория с координатами $\varphi=41.0^\circ-44.0^\circ$ с.ш., $\lambda=45.0^\circ-49.0^\circ$ в.д. площадью $S=107,226$ км².

Как видно из графика повторяемости (рис. 2), сеть дагестанских станций повысила точность определения эпицентров землетрясений, снизив уровень представительного класса до $K_p=7$. Коэффициент повторяемости за 2017 г. оказался равен 0.41.

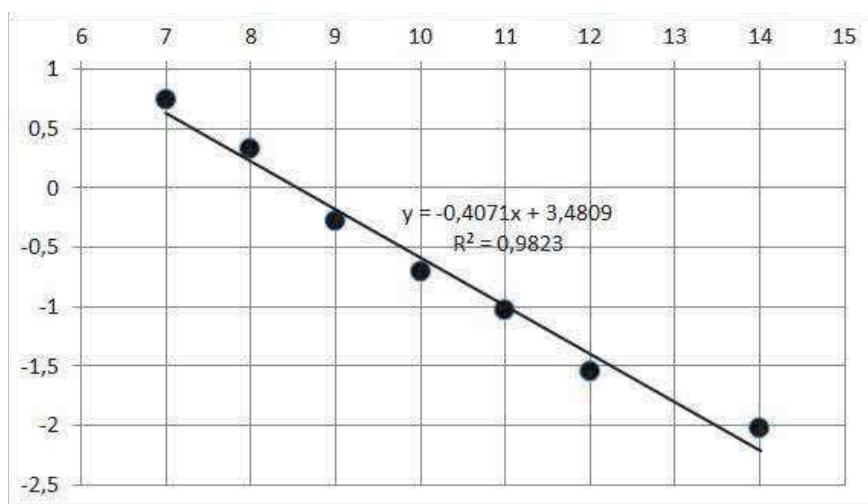


Рис. 2. График повторяемости за 2017 г.

Рассматривая распределение землетрясений по глубине, мы отмечаем возможность концентрации очагов землетрясений на определенных глубинах. Наиболее активный «очаговый слой» на глубинах 1-25 километров охватывает всю исследуемую территорию. И только незначительное число очагов локализовано на глубинах от 26 до 80 километров (таблица 2).

Таблица 2.

Распределение числа землетрясений Дагестана и приграничных зон по интервалам глубин за 2017 год.

h	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	56-60	>76
N	94	293	722	581	139	41	17	5	1	1	1	1

Минимальную глубину от 1 до 2 км имели тридцать землетрясений. Приведем некоторые из них: 18 января 2017 года с $t_0=04-41-44,88$; 20 января с $t_0=04-48-45,97$; 28 января с $t_0=02-17-26,35$; 05 марта с $t_0=01-37-51,98$; 07 марта с $t_0=04-09-56,20$; 09 марта с $t_0=15-20-53,65$; 17 марта с $t_0=09-42-03,85$; 14 мая с $t_0=19-09-05,22$; 14 июня с $t_0=22-25-06,17$; 13 сентября с $t_0=06-08-08,27$; 21 сентября с $t_0=22-27-01,35$; 28 ноября с $t_0=11-37-47,15$; 03 декабря с $t_0=16-10-19,56$.

Как видно из рисунка карты эпицентров землетрясений, основная масса землетрясений различных классов сосредоточена в районе Дагестанского клина, в акватории Каспийского моря, на границах Дагестана с Грузией, Дагестана с Азербайджаном и Дагестана с Чеченской республикой. В северной равнинной части Дагестана землетрясения не были зафиксированы.

Рассмотрим чуть подробнее проявление сейсмичности в районах, критериями условного деления которых были использованы административный признак и интенсивность сейсмичности, где 1 – Дагестанский клин, 2 - Южный Дагестан, 3 - акватория Каспийского моря, 4 - восточная часть Чеченской республики, 5 - восточная часть Грузии, 6-приграничные районы Дагестана с Азербайджаном.

Дагестанский клин. Данная область характеризуется довольно плотной сейсмичностью. Зона Сулакского каскада ГЭС примечательна тем, что здесь наблюдается большое скопление землетрясений $K_p=2-6$. В районе Салатаусского хребта и в районе Чиркейского водохранилища сконцентрировано несколько очагов 7-8 энергетических классов и 2 землетрясения 9-го класса: 14 мая с $t_0=14-53-19,04$; $h=14,5$; $\varphi=43,16^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,70^\circ$ в.д.; 29 января с $t_0=23-54-32,86$; $h=14,5$; $\varphi=43,11^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,77^\circ$ в.д.

Южный Дагестан. Район характеризуется более плотным скоплением очагов. На территории Самурского хребта локализованы землетрясения 6-8 классов, три землетрясения с $K_p=9$ и одно землетрясение с $K_p=12$, произошедшее 7 декабря в районе хребта Джужудаг ($t_0=05-23-39,78$; $h=14,5$ км; $\varphi=41,85^\circ$ с.ш. и $\lambda=47,93^\circ$ в.д.). Данное землетрясение было зафиксировано шестнадцатью сейсмическими станциями. После вышеуказанного основного толчка последовала серия афтершоков. Вот некоторые из них:

- 1) 7 декабря с $t_0=05-27-05,15$; $K_p=6,5$; $h=9$ км; $\varphi=41,79^\circ$ с.ш.; $\lambda=47,81^\circ$ в.д.;
- 2) 7 декабря с $t_0=06-13-56,70$; $K_p=6,7$; $h=12,5$ км; $\varphi=41,84^\circ$ с.ш.; $\lambda=47,91^\circ$ в.д.;
- 3) 8 декабря с $t_0=16-22-20,63$; $K_p=6,6$; $h=6,5$ км; $\varphi=41,82^\circ$ с.ш.; $\lambda=47,86^\circ$ в.д.;
- 4) 9 декабря с $t_0=04-15-23,00$; $K_p=6,2$; $h=9$ км; $\varphi=41,82^\circ$ с.ш.; $\lambda=47,85^\circ$ в.д.

Акватория Каспийского море. В данном районе сетью сейсмических станций были зарегистрированы толчки 7-9 энергетических классов, 8 очагов с $K_p=10$ и один толчок $K_p=11$, локализованный 11 октября ($t_0=00-12-24,02$; $K_p=6,2$; $h=23$ км; $\varphi=42,41^\circ$ с.ш.; $\lambda=48,95^\circ$ в.д.).

Граница Дагестана с Чеченской республикой. Район является активным по числу землетрясений $K_p=6-8$. Кроме того, сетью дагестанских станций было зафиксировано порядка 10-ти толчков с $K_p=9$ и три землетрясения с $K_p=10$:

- 1) 29 июля с $t_0=14-09-58,86$; $h=12,5$ км; $\varphi=42,87^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,10^\circ$ в.д.;
- 2) 22 августа с $t_0=00-03-39,76$; $h=23,5$ км; $\varphi=42,58^\circ$ с.ш. и $\lambda=45,29^\circ$ в.д.;
- 3) 13 мая с $t_0=19-52-17,50$; $h=12,5$ км; $\varphi=42,52^\circ$ с.ш. и $\lambda=45,41^\circ$ в.д. (граница Чеченской республики с Грузией в районе Пирикительского хребта).

Два очага землетрясений с $K_p=11$, локализованных в районе Сунженского хребта:

- 1) 6 марта с $t_0=01-26-26,65$; $h=20$ км; $\varphi=43,35^\circ$ с.ш. и $\lambda=45,66^\circ$ в.д.;
- 2) 10 мая с $t_0=17-40-05,93$; $h=29,5$ км; $\varphi=43,44^\circ$ с.ш. и $\lambda=45,65^\circ$ в.д.

Район Восточной Грузии. Грузия – страна средней сейсмичности. По данным дагестанских сейсмических станций, в данном районе были локализованы в основном землетрясения с $K_p=7-8$, совсем незначительное количество очагов с $K_p=6$, четыре очага с $K_p=9$, три очага с $K_p=10$ и 2 очага с $K_p=11$, которые были зафиксированы:

- 1) 1 сентября с $t_0=06-36-33,68$; $h=19,5$ км; $\varphi=41,28^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,17^\circ$ в.д.;
- 2) 6 сентября с $t_0=17-43-11,35$; $h=18,5$ км; $\varphi=41,37^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,32^\circ$ в.д..

Единственное землетрясение с $K_p=12$ зарегистрировано 17 июля 2017 года с $t_0=22-36-54,10$; $h=18,5$ км; $\varphi=41,49^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,05^\circ$ в.д.

Приграничная зона Дагестана и Азербайджана. Приграничные территории Дагестана и Азербайджана также уплотнены очагами $K_p=6-8$. Наиболее значительные землетрясения были отмечены в Шалбуздагской зоне: 8 событий с $K_p=9$; четыре события с $K_p=10$:

- 1) 14 января с $t_0 = 15-28-21,43$; $h=17$ км; $\varphi=41,12^\circ$ с.ш. и $\lambda=48,04^\circ$ в.д.;
- 2) 15 февраля с $t_0 = 06-56-24,58$; $h=18$ км; $\varphi=41,49^\circ$ с.ш. и $\lambda=48,56^\circ$ в.д.;
- 3) 6 сентября с $t_0 = 01-45-14,28$; $h=15,5$ км; $\varphi=41,08^\circ$ с.ш. и $\lambda=47,69^\circ$ в.д.;
- 4) 23 сентября с $t_0 = 11-40-09,48$; $h=18,5$ км; $\varphi=41,08^\circ$ с.ш. и $\lambda=47,48^\circ$ в.д.

Зарегистрированы три очага землетрясений с $K_p=11$, один из которых был зафиксирован 4 октября 2017 года с $t_0 = 02-36-39,42$; $h=17,5$ км; $\varphi=41,27^\circ$ с.ш. и $\lambda=48,52^\circ$ в.д., 2 очага на границе Главного Кавказского хребта: 5 июня с $t_0 = 07-20-59,00$; $h=15,5$ км; $\varphi=41,82^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,58^\circ$ в.д.; 21 сентября с $t_0 = 09-06-04,55$; $h=15$ км; $\varphi=41,59^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,47^\circ$ в.д. Еще одно событие энергетического класса $K_p=12$ – произошло вблизи границы Азербайджана с Грузией 7 июня с $t_0 = 18-25-42,94$; $h=20,5$ км; $\varphi=41,24^\circ$ с.ш. и $\lambda=45,67^\circ$ в.д.

Рассмотрим самое сильное землетрясение, произошедшее 3 мая 2017 года на территории Дагестана, недалеко от западной границы Азербайджана, точнее – в 12 км к юго-западу от селения Кумух. По данным обработки ДФ ЕГС РАН, очаг землетрясения залегал на глубине $h=26$ км, $K_p=13,6$, имел магнитуду $M=5,0$, $t_0=08-53-43,65$, $\varphi=41,95^\circ$ с.ш. и $\lambda=46,68^\circ$ в.д. В определении параметрических данных приняли участие 18 станций (17 – дагестанских и одна станция «Грозный», принадлежащая Чеченской республике). По данным МЧС, сообщений от населения из Кумуха и других близлежащих поселков о разрушениях, жертвах или пострадавших не поступало.

Данное событие сопровождалось серией форшоков и афтершоков. Приведем некоторые из них в таблице № 3.

Таблица 3.

Форшоки и афтершоки землетрясения 3 мая 2017 года.

№	Дата.	t_0 (ч.м.с.)	φ^0 (N)	λ^0 (E)	H (км)	K_p
форшоки						
1	21.04.2017	11-33-24,18	41,93	47,49	15,5	7,6
2	23.04.2017	00-49-58,53	41,84	46,75	16	6,1
3	24.04.2017	12-13-46,51	41,93	46,36	24	6,9
4	29.04.2017	15-56-52,42	41,96	47,88	9	7,2
5	03.05.2017	07-18-30,68	41,82	46,83	10	6,2
афтершоки						
1	03.05.2017	09-04-58,30	41,91	46,63	22,0	7,8
2	03.05.2017	09-27-28,66	41,88	46,55	18,5	7,7
3	03.05.2017	09-29-20,88	41,90	46,45	18,0	6,3
4	03.05.2017	11-01-15,04	41,85	46,44	21,5	6,6
5	03.05.2017	11-39-11,95	41,77	46,58	25,0	8,5
6	03.05.2017	13-19-29,86	41,87	46,51	20,0	8,6
7	03.05.2017	15-13-15,12	41,94	46,62	15,5	6,3
8	03.05.2017	18-21-25,83	41,83	46,45	25,5	7,9
9	04.05.2017	00-45-04,50	41,93	46,62	17,5	7,1
10	06.05.2017	03-34-47,00	41,79	47,65	6,2	13,5
11	07.05.2017	18-11-12,83	41,90	46,57	18,0	7,3
12	11.05.2017	22-12-07,08	41,94	47,31	15,0	5,1

В период с 21 апреля с 11 ч.33 мин. по 3 мая 2017 года 07 ч.18 мин. было зафиксировано несколько форшоков в диапазоне энергетических классов $K_p=6,1-7,6$ (см. табл.3). Из них наибольший по энергии форшок с $K_p=7,6$ произошел 21 апреля 2017 года в 11 ч.33 мин. на глубине 15,5 км. Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным форшоком $\Delta K_p=6,0$.

В период с 3 мая 2017 года с 09 ч. 04 мин. по 11 мая 2017 года 22 ч. 12 мин. было зарегистрировано 12 афтершоков в диапазоне энергий $K_p=5,1-7,9$. Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным афтершоком $\Delta K_p=5,1$ довольно высока, что может быть связано с определенной разрядкой напряжений в очаге. Гипоцентры афтершоков расположены в интервале глубин $h_{афт}=13,5-25,5$ км (см. табл.3).

Карта активности A_{10} (рис. 3) указывает на наиболее активные зоны выделения сейсмической энергии на территории Дагестана и приграничных зон Азербайджана, Грузии и Чеченской республики.

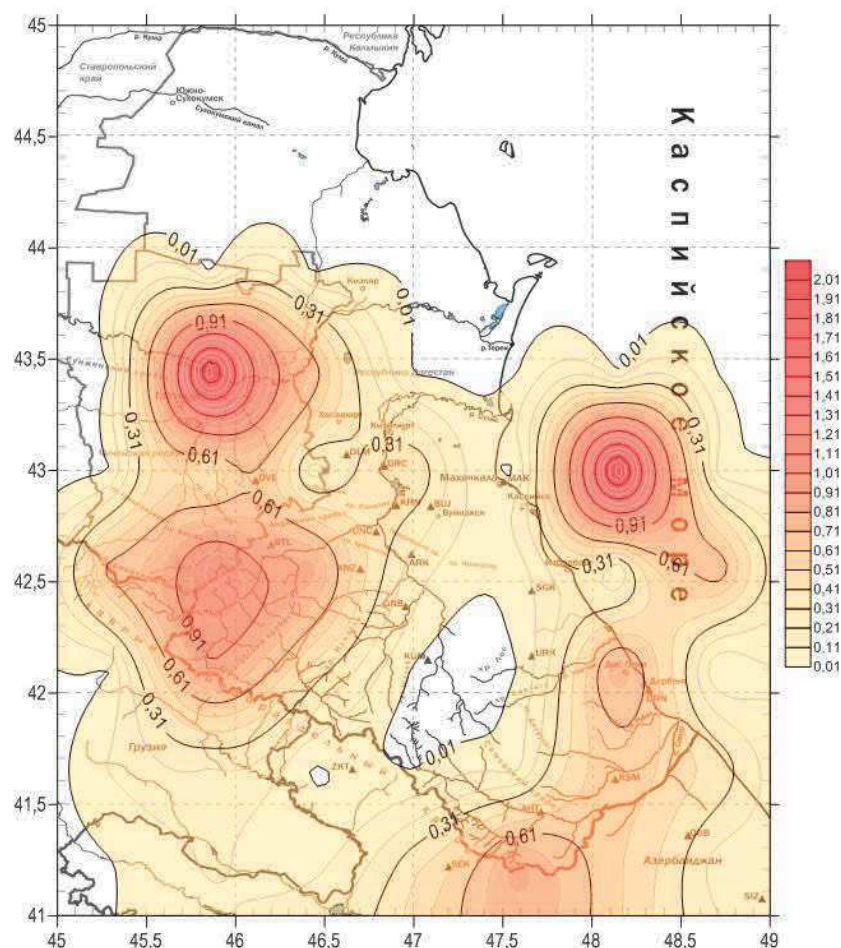


Рис. 3. Карта активности A_{10} на территории Дагестана и приграничных зон Азербайджана, Грузии и Чеченской республики в 2017 году.

В таблице 4 приведено распределение числа землетрясений (N) по энергетическим классам, начиная с представительного $K_p=7$, где N – нормированное число землетрясений. Нормирование было произведено на площадь $S=107,226$ км² за период равный 1-му году.

Поскольку в 2017 году представительным классом являлся $K_p=7$ для всей территории Дагестана и приграничных зон Азербайджана, Грузии и Чеченской республики, график повторяемости был построен с учетом диапазона $K_p=7-14$. Средняя активность составила $A_{10}=1,1$.

Таблица 4.

Распределение числа землетрясений (N) по энергетическим классам

K_p	N	N^*
7	588	5,483
8	226	2,107

9	56	522,261
10	21	195,848
11	10	93,260
12	3	27,978
14	1	9,326

Карта сейсмической активности (A_{10}) строилась в единицах A_{10} по методике, разработанной Ю.В. Ризниченко и И.В. Горбуновой [2, 4, 3], и была выражена через плотность очагов землетрясений 2017 года, что нашло свое отображение на рисунке 4.

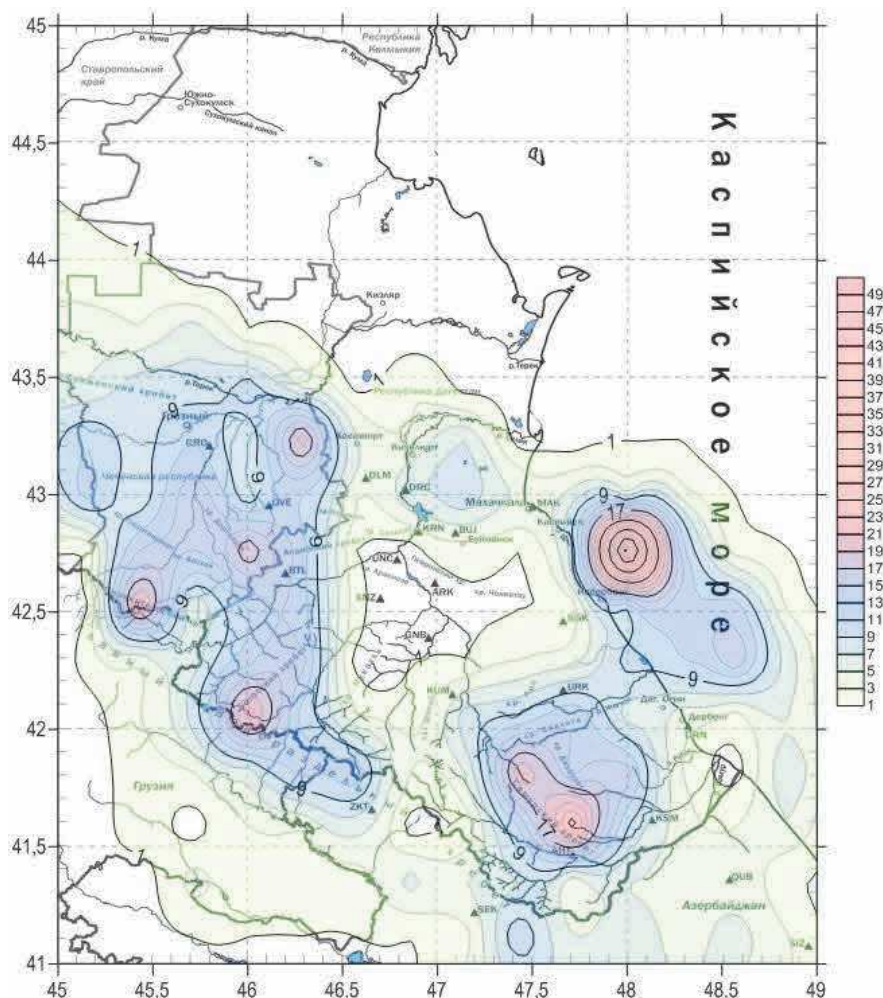


Рис. 4. Карта плотности эпицентров землетрясений на территории Дагестана и приграничных зон Азербайджана, Грузии и Чеченской республики в 2017 году.

Выводы

1) Большинство очагов землетрясений было зафиксировано в диапазоне энергетических классов $K_p=4\div 8$. Основную долю в суммарную величину сейсмической энергии внесли землетрясения средних и высоких классов.

2) Рассмотрев более детально карту эпицентров землетрясений, можно отметить, что в 2017 году заметное сгущение эпицентров наблюдалось на территориях Богосского, Самурского, Салатауского хребтов, а также в акватории Каспийского моря.

3) Сравнительный анализ указывает на то, что в 2017 году сейсмическая активность в регионе заметно возросла.

Литература

1. Абакаров А.Д. Вопросы оценки и смягчения сейсмического риска в РД //Сейсмический риск на Северном Кавказе: оценка и управление. Махачкала, 2007 г.
2. Горбунова И.В. Построение карт сейсмической активности с постоянной точностью //Тр. ИФЗ АН СССР, 32 (199). М.,1964 г. С.138-148.
3. Горбунова И.В., Ризниченко Ю.В. Опыт картирования сейсмической активности по методу суммирования //Физика Земли. № 7. М.:Изд. АН СССР, 1965 г. С. 22-29.
4. Идармачев Ш.Г., Левкович Р.А., Арефьев С.С., Дейнега Г.И. Изменение некоторых характеристик сейсмичности района водохранилища Чиркейской ГЭС в период его заполнения //Тр. ИГ ДФ АН СССР. №1(13). Махачкала, 1977, С. 3-9.
5. Сейсмичность и гидрогазогеохимия территории Дагестана. Махачкала //Тр. ИГ ДФ АН СССР. №2(17). Махачкала, 1978. 218 с.
6. Ризниченко Ю.В. Метод суммирования землетрясений для изучения сейсмической активности //Геофизика. №7. М.:Изд. АН СССР, 1964. С. 969-977.
7. Черкашин В.И., Дорофеев В.М., Крамынин П.И., Магомедов Р.А., Мамаев С.А., Никуев Р.Ю. Организация инженерно-сейсмометрической службы в Республике Дагестан //Вестник Дагестанского научного центра РАН. № 14. 2003. С. 25-37.
8. Осика Д.Г., Черкашин В.И., Мамаев С.А., М-Т Лагиева М., Зубик С.В. Энергетика сейсмичности //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2002. № 48. С. 110-119.

УДК: 5 53 539

DOI: 10.31161/2541-9684-2018-62-3-87-91

ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ, АРГИЛЛИТОВЫХ ГЛИН, КРЕМНЕЗЕМИСТОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Тотурбиев¹ Б. Д., Мамаев¹ С.А., Тотурбиева² У.Д.

¹Институт геологии ДНЦ РАН,

²Дагестанский государственный технический университет

Отмечается актуальность разработки и внедрение инновационных наукоемких, энерго-ресурсосберегающих, экологически чистых, высоких технологий из минерального и техногенного сырья в различных отраслях промышленности. При этом важная роль в использовании сырьевых ресурсов в строительной отрасли принадлежит промышленности строительных материалов, особенно использования природного сырья и в этой связи разработка инновационных проектов, позволяющие комплексное освоение месторождений нерудного сырья, в том числе вскрышных пород, включая добычи, переработки и производство строительных материалов.

Практикой установлено, что производства строительных материалов из техногенного сырья обходиться намного дешевле, чем использование природного нерудного сырья, поскольку некоторые отходы производств можно применять без соответствующей обработки, то есть исключаются технологические операции добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса.

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований проведенных в Институте Геологии ДНЦ РАН с целью применения глинистых сланцев, аргиллитовых глин, кремнеземистого и техногенного сырья для изготовления вяжущих веществ, теплоизоляционных и стеновых материалов нового поколения получаемые по инновационной, наукоемкой, низкообжиговой и безобжиговой, следовательно, энерго-ресурсосберегающей технологии.

Ключевые слова: глинистые сланцы, аргиллитовые глины, кремнеземистое и техногенное сырье, вяжущее, инновационный, наукоемкий, низкообжиговой, безобжиговой, нанодисперсный, композиции.

PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS, WITH APPLICATION OF CLAY-SHORT, SHELLS, ARGILLITE CLAYS, SILICON AND TECHNOGEN-RAW RAW MATERIALS

Toturbiev¹ B.D., Mamaev¹ S.A., Toturbieva² U.D.

¹FGBUN Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences,

²Daghestan State Technical University

The relevance of the development and implementation of innovative high-tech, energy-resource-saving, environmentally friendly, high technologies from mineral and industrial raw materials in various industries is noted. At the same time, an important role in the use of raw materials in the construction industry belongs to the building materials industry, especially the use of natural raw materials and, in this regard, the development of innovative projects that allow the integrated development of nonmetallic deposits, including overburden, including mining, processing and production of building materials.

It has been established by practice that the production of building materials from technogenic raw materials is much cheaper than using natural non-metallic raw materials, since some production wastes can be used without proper processing, that is, technological operations of extraction, processing, transportation, storage, and control, which are part of the overall production process, are excluded.

The results of theoretical and experimental studies carried out at the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences with the aim of using shale, argillite clay, silica and technogenic raw materials for the manufacture of binders, heat-insulating and wall materials of the new generation, are obtained from innovative, high-tech, low-firing and unburned, therefore, energy resource-saving technology.

Keywords: shale, argillite clay, silica and man-made materials, binder, innovative, high-tech, low-firing, unburned, nano-dispersed, composition.

По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретают разработки и внедрение инновационных наукоемких, энерго-ресурсосберегающих, экологически чистых, высоких технологий из минерального и техногенного сырья в различных отраслях промышленности [2,3].

Скорейшее их решение в ряде стран, особенно обладающие высоким научно-техническим и промышленным потенциалом, когда в мире нарастает экологическая напряженность, рассматривается как стратегическое направление рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды [1,3].

Одна из крупнейших наиболее материалоемких отраслей, относящаяся к крупным потребителям минерально-сырьевых ресурсов и в первую очередь нерудного сырья является строительная индустрия. При этом важная роль в использовании сырьевых ресурсов в строительной отрасли принадлежит промышленности строительных материалов, особенно использования природного сырья.

Российская Федерация располагает значительными объемами разведанных и оцененных запасов полезных ископаемых, пригодных для производства строительных материалов. Их прогнозные ресурсы являются надежным резервом для восполнения перспективных потребностей строительной индустрии. Добыча минерального строительного сырья в России составляет более 80 процентов общего объема добычи нерудных полезных ископаемых [2]. Эффективное их расходование при производстве строительных материалов и конструкций является одной из важнейших задач, так как, в России, и за рубежом, постепенно возникает дефицит ряда ресурсов, таких, как древесина, минеральное сырье и пр., что приводит к повышению стоимости строительных материалов.

Поэтому в строительной отрасли минерально-сырьевые ресурсы занимают особое место, именно сегодня, когда из-за необратимых изменений в природной среде в процессе техногенного воздействия нарастают экологические проблемы. Следовательно, рациональное использование и эффективное сбережение природных ресурсов – важнейшая задача жизнедеятельности любого государства. Наилучшим решением может стать использование техногенного сырья (вторичные отходы), включающее комплекс самых разнообразных промышленных отходов и побочных продуктов: металлургических шлаков, бокситовых и других шламов, отходов горно-обогательных комбинатов (ГОК), золу и золошлаковые отходы ТЭС, отходов углеобогащения, вторичных полимеров, продуктов переработки древесины и пр.

Практика показала, что производства строительных материалов из техногенного сырья обходиться намного дешевле, чем использование природного нерудного сырья, поскольку некоторые отходы производств можно применять без соответствующей обработки, то есть исключаются технологические операции добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса [4].

Использования техногенного сырья в производстве строительных материалов с позиции экологии дает возможность:

- резко сократить объемы добычи дефицитных природных строительных материалов;
- утилизации и осуществлении химически прочных связей огромного количества загрязняющих окружающую среду промышленных отходов;
- освобождении ценных земельных участков, отчуждаемых под хвосто- и шламохранилища и пр.

Это наиболее оптимальный путь развития экономики, так как инвестиции, направляемые на осуществление ресурсосберегающих мероприятий чаще всего, в несколько раз ниже затрат, которые необходимы, чтобы увеличить добычу, производство и доставку потребителям необходимого количества соответствующих видов сырья.

Вот уже более шести лет в Институте геологии ДНЦ РАН проводятся научные исследования комплексного использования ресурсов нерудного сырья для строительной индустрии, на базе современных наукоемких, энерго-и ресурсосберегающих и высоких технологий.

По результатам исследований разработаны инновационные проекты, позволяющие комплексное освоение месторождений нерудного сырья, в том числе вскрышных пород, включая добычи, переработки и производство строительных материалов.

К настоящему времени, результаты проведенных экспериментальных исследований глинистых сланцев Дагестанского месторождения показали возможность применения их для изготовления вяжущих веществ, получаемые по энергосберегающей, низкообжиговой технологии [5].

Из глинистых сланцев разработан дегидратированный (200°C) и низкообжиговой (500-700°C) многофункциональный керамический наполнитель, на основе которого получены:

- насыпной теплоизоляционный материала- керамзитовый песок;
- теплоизоляционные и теплоизоляционно-конструкционные изделия плотностью 200-600 кг/м³;
- безклинкерное известково-пуццолановое вяжущее марки 200;
- портландцемент марки 400-500
- вяжущего низкой водопотребности (ВНВ) марки 400-500.

Из-за высокого содержание оксида железа в составе низкообжигового (500-700°C) многофункционального керамического наполнителя рекомендовано использовать этот материал после соответствующего помола как пигмент для облицовочного материала в виде фактурного кирпича и керамических плиток, декоративных слоев для отделки наружных стеновых панелей и других поверхностей.

Проведенные комплексные исследования аргиллитовых глин показали, что глина представлена в основном монтмориллонитами, гидрослюдами и другими минералами, принимающими участие во вспучивании массы оптимальной вязкости. По химическому составу общее содержание оксидов необходимых для производства керамзита в пределах нормы, и характеризуются более или менее постоянством состава.

Исходя из вышеизложенного, мы предположили возможность получения керамзитового песка по упрощенной технологии во вращающейся печи.

Известно, что на практике в предприятиях керамзитовый песок получают при обжиге глинистой мелочи во вращающихся и шахтных печах или же дроблением более крупных кусков керамзитового гравия, преимущественно в валковых дробилках. Производство керамзитового песка по обычной технологии во вращающейся печи неэффективно. Некоторая примесь песчаной фракции получается при производстве керамзитового гравия за счет разрушения части гранул в процессе термообработки, однако он сравнительно тяжелый, так как мелкие частицы глинистого сырья практически не вспучиваются (резервы газообразования исчерпываются раньше, чем глина переходит в пиропластическое состояние). Кроме того, в зоне высоких температур мелкие гранулы разогреваются сильнее крупных, при этом, возможно, их оплавление и налипание на зерна гравия. А себестоимость дробленого керамзитового песка высока не только в связи с дополнительными затратами на дробление, но главным образом потому, что выход песка всегда меньше объема дробимого гравия. Коэффициент выхода песка составляет 0,4-0,7, т. е. в среднем из 1 м³ гравия получают только около 0,5 м³ дробленого керамзитового песка. При этом почти вдвое возрастает его насыпная плотность.

Используемые нами аргиллиты относятся камнеподобному глинистому сырью, однородны по составу, в них нет вредных включений. Поэтому был применен наиболее упрощенный сухой способ получения керамзитового песка. Аргиллит дробится, отсеивается мелочь, слишком крупные куски направляются для повторного дробления, и затем обжигается во вращающейся печи при 1200°C.

Зерновой состав полученного керамзитового песка составляет фракции 0,16-5,0 мм со следующими физико-механическими свойствами: средняя насыпная плотность 650 кг/м³, теплопроводность 0,13-0,15, прочность 33-45 кг/см² и водопоглощение до 10% [7].

Из аргиллитовых глин по критической технологии получен стеновой материал - строительный кирпич, при этом расход топливно-энергетических ресурсов сокращается в 1,5 раза, увеличивается производительность технологического процесса в 2 раза, себестоимость продукции снижается в 1,5. Данный технический результат достигается тем, что обжиг глинистого сырья

осуществляется до формования изделий при довольно низкой температуре 550 °С. После дозировки смесь размалывается в мельнице до удельной поверхности 2500 см²/г, затем увлажняется водой и выдерживается в течении 30 минут. Из полученной массы пластическим способом формируются изделия, твердение которых осуществляется в естественных условиях.

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждена, возможность получения безобжигового пенодиатомитового теплоизоляционного материала из кремнистых пород с использованием в качестве связующего вещества нанодисперсной композиции [8,9].

Плотность полученного теплоизоляционного материала полностью регулируется количеством пены (856 – 686 л), введенной в состав диатомитовой нанодисперсной композиции и составляет от 300 до 700 кг/м³.

Арболитобетон, полученный на основе дробленой виноградной лозы и силикатнатриевого композиционного вяжущего, изготовленного из карбонатных отходов производства камнепиления и силикат глыбы с кремнеземистым модулем 2,7.. 3,0, который по прочности превышает арболитобетоны из других видов вяжущих веществ и органических заполнителей растительного происхождения.

Из оптимальных составов арболитобетона можно получать, как теплоизоляционные, так и конструктивно-теплоизоляционные изделия плотностью 400...800кг/м³ с достаточно высокой прочностью 1,95-6,75 МПа и низкой теплопроводностью 0,085-0,164 в зависимости от плотности изделий.

В состав разработанного арболитобетона при изготовлении не вводится минерализаторы и ускорители твердения. А также нет необходимости предварительного вымачивание органического заполнителя.

В его структуре преобладает объем закрытых пор, который способствует повышению прочности и улучшению теплотехнических характеристик материала.

Из природного нанодисперсного кремнеземистого сырья, карбонатных пород и низкообжиговых высокопластичных глин, путем совместного сухого помола без введения химических добавок получены экологически чистые сухие смеси низкой себестоимости.

Другим направлений исследований являются нанодисперсные полисиликатные системы, обладающие уникальными связующими свойствами, обеспечивающие комплексное применение нерудного сырья и отходов производства в композициях с различным целевым назначением.

По результатам этих исследований разработаны: безобжиговый теплоизоляционный материал на основе гидрофобного перлитового песка с насыпной плотностью 75-150 кг/м³, с использованием в качестве связующего вещества нанодисперсного полисиликата натрия, получаемого путем совместного синтеза кремнезоля и безводного силиката натрия, кремнеземистый ячеистый теплоизоляционный бетон нового поколения с использованием в качестве связующего вещества нанодисперсного полисиликата натрия, полученного путем синтеза аморфного нанодисперсного природного кремнеземистого сырья и тонкодисперсного безводного силиката натрия [8,10].

Таким образом, разработка и внедрение строительных материалов нового поколения по вышеуказанным технологиям с использованием природного минерального и техногенного сырья, становится очевидной необходимой задачей для развития современной экономики в этой области.

Литература

1. Борталевич С.И. Управление энергобезопасностью регионов //Третий Международный форум «Россия в XXI веке: Глобальные вызовы и перспективы развития», Москва, 21-22 октября 2014 г. С. 599-607.
2. Воробьев А.Е., Джимиева Р.Б. Современные методы прогнозирования возможного развития технологий недропользования //VII Международная конференция «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва, 15-19 сентября, 2008 г, с. 86-88.

3. Путин В.В. Минерально-сырьевые ресурсы в стратегии развития Российской экономики //Записки Горного института, 1999, Т.144 (1). С. 1-11.
4. Соколов И.В., Мадаева М.З. Оценка уровня экологической и промышленной безопасности горных ландшафтов Северного Кавказа //VII Международная конференция «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва, 15-19 сентября, 2008 г. С. 276-278.
5. Мацапулин В.У., Тотурбиев А.Б., Черкашин В.И. Глинистые сланцы – эффективное минеральное сырье для изготовления строительных материалов //Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2015; 38(3):119-127.
6. Тотурбиев А.Б., Черкашин В.И., Тотурбиев Б.Д., Тотурбиева У.Д. Перлитовый теплоизоляционный материал на нанодисперсном полисиликатнатриевом вяжущем //Промышленное и гражданское строительство. 2016. №3. С. 59-61.
7. Тотурбиев Б.Д., Тотурбиев А.Б., Абдулаев М.Ш., Абдулганиева Т.И. Использование аргиллитовых глин для производства керамзита //Горный журнал: - Москва: 2018, № 3. С. 58-62.
8. Тотурбиев А.Б., Абдуллаев М.А., Черкашин В.И., Тотурбиев Б.Д. Безобжиговый пенодиатомитовый теплоизоляционный материал на местном природном кремнистом сырье. //Промышленное и гражданское строительство. 2014. №3. С. 76-79.
9. Тотурбиев А.Б., Черкашин В.И., Тотурбиев Б.Д., Мацапулин В.У., Тотурбиева У.Д. Использование местного природного кремнистого сырья и отходов производства для получения теплоизоляционного пенобетона. //Вестник ДГТУ. №4. Том 39 Махачкала. 2016. С. 136-144.
10. Юсупов А.Р., Черкашин В.И., Атемов М.С., Мамаев С.А. Укрупнение грунтов модифицирующей добавкой "ДС-35" при строительстве сельских дорог. //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск 4. 2017 г. С. 32-35.
11. Тотурбиев Б.Д., Мамаев С.А., Тотурбиев А.Б. Наноструктурированные жаростойкие бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли в Российской Федерации в 2017 году: Сб. научных трудов РААСН. Т.2.- М.: Издательство АСВ, 2018. С. 463-469. DOI:10/22337/97854323002663-463-469.

Информация для авторов

Материалы для опубликования в журнале направлять по адресу: 367030, г. Махачкала, ул. М.Ярагского 75. Институт геологии ДНЦ 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 на: dangeogis@mail.ru). К рукописи необходимо приложить разрешение на публикацию от учреждений, в которых выполнены исследования

Каждой статье присваивается DOI (Digital object identifier) или цифровой идентификатор объекта - это современный стандарт обозначения предоставления информации в сети Интернет, используемый всеми крупнейшими международными научными организациями и издательствами.

Правила оформления рукописи в журнале

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Технические требования

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

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

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

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

Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

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

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

Список литературы оформляется с абзацем. Для книг: фамилии и инициалы авторов, полное название источника, город, издательство, год издания, число страниц. Статья из сборника: фамилии и инициалы авторов, полные названия как статьи, так и сборника в целом, место и год издания источника и номера страниц статьи. Статья из журнала: фамилии и инициалы авторов, название статьи и журнала, год издания, том, номер, страницы.

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

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

Рукописи, оформленные с нарушением правил, возвращаются без рассмотрения.

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

ISSN: 2541-9684

Научное издание

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

Ежеквартальный научный журнал
Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН

Выпуск № 3 (74) 2018

Издаются по решению ученого совета ИГ ДНЦ РАН

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

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

Подписано в печать 26.09.2018 г. Формат 60x84¹/₈.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 10,9. Уч.- изд. л. 5,8. Тираж 200 экз. Заказ №18-12-712.



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