

На правах рукописи



УСМАНОВ Анди Хамзатович

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД Г. ГРОЗНЫЙ**

Специальность 1.6.21. Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Грозный – 2022

Работа выполнена на кафедре экологии и природопользования
ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. академика М.Д. Миллионщикова»

Научный руководитель: **Гайрабеков Умар Ташадиевич**, доктор географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова»

Официальные оппоненты: **Васьков Игорь Михайлович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры прикладной геологии ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технический университет)»

Крылов Олег Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Ведущая организация: Институт геологии ДФИЦ РАН (г. Махачкала)

Защита состоится «27» декабря 2022 года в 13.00 часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.075.03 (Д 999.228.03) при ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр РАН», ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова» по адресу: 362027, г. Владикавказ, ул. Маркуса, д. 22.

Отзывы на автореферат (заверенные печатью, в двух экземплярах) просим направлять по адресу: 364051, г. Грозный, пр. Х. Исаева, д. 100, на имя ученого секретаря диссертационного совета 99.0.075.03 (Д 999.228.03) З.Ш. Гагаевой (e-mail: geodissovnet@mail.ru; тел./ факс: 8 (8712) 22-36-07).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова» и на сайтах: https://gstou.ru/science/dissertation_council/ и vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан: «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.г.н.



З.Ш. Гагаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Более чем вековая промышленная добыча и переработка нефти в Грозненском нефтегазодобывающем районе – одном из старейших в России – сопровождалась чрезмерным негативным воздействием на геологическую среду. В течение всего периода разработки месторождений в этом районе отмечалась высокая аварийность участков кустовых насосных станций, установок подготовки нефти, узлов очистки стоков и др. Многочисленные утечки из хранилищ нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, амбаров, шламохранилищ, отстойников в течение длительного времени привели к накоплению нефтепродуктов на поверхности грунтовых вод и образованию значительных объёмов техногенных залежей углеводородов (УВ). Как правило, они представляют собой достаточно компактные линзы жидких УВ, формирующиеся над зеркалом вод первого от поверхности водоносного горизонта и мигрирующие по уклону, частично «размазываясь» как в плане, так и по вертикали в пределах зоны аэрации. Нарушение инфильтрационного водного режима зоны аэрации приводит к постепенному подъёму уровня грунтовых вод и вследствие этого – к подтоплению промышленных и жилых районов. Принятие своевременных мер для ликвидации последствий нефтяного загрязнения геологической среды требует оперативных методов картографирования пространственных границ техногенных залежей нефтепродуктов для блокирования процесса дальнейшего переноса УВ подземными водами, извлечение плавающих на поверхности грунтовых вод нефтепродуктов, очистку подземных вод и пород зоны аэрации.

Наиболее значительным очагом загрязнения является промышленная зона в юго-западной части г. Грозный (Заводской район и часть прилегающей с востока территории). Здесь были сконцентрированы крупнейшие в стране предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Низкий уровень экологизации технологических процессов, применяемых в период многолетней эксплуатации объектов нефтепромышленного производства, сопровождался утечками и скоплением жидких УВ на поверхности грунтовых вод. Наблюдения за динамикой перемещения линз УВ показывают их подвижность и способность мигрировать, расширяя ареал загрязнения подземных вод. Сложившиеся экологические условия требуют разработки научно-обоснованных рекомендаций по очистке геологической среды г. Грозный от углеводородного загрязнения и минимизации техногенного воздействия на подземные воды и водозаборы питьевого назначения г. Грозный. Для эффективного решения этой задачи, наряду с использованием существующего опыта, необходим индивидуальный подход к решению проблемы. Это в свою очередь диктует необходимость проведения специальных научно-исследовательских и полевых работ. В связи с этим геоэкологическая оценка техногенного загрязнения геологической среды УВ и разработка на этой основе научно-обоснованных рекомендаций по оптимизации геоэкологической ситуации Заводского района г. Грозный является актуальной задачей.

Цель работы – анализ и оценка степени техногенного загрязнения грунтовых вод УВ и оптимизация геоэкологической ситуации территории г. Грозный.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

1. Анализ особенностей природных условий и нефтегазоносности территории г. Грозный.
2. Анализ освоения нефтяных месторождений исследуемой территории, геоэкологический мониторинг загрязнения территории УВ и экологических последствий добычи, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов.
3. Исследовать особенности формирования техногенных залежей УВ в геологической среде территории г. Грозный на основе ретроспективного анализа.
4. Разработать методологические основы оценки степени углеводородного загрязнения грунтовых вод.
5. Дать научно-обоснованные рекомендации по ликвидации подземных линз УВ и экологической реабилитации геологической среды территории г. Грозный.

Научная новизна:

1. Впервые проведён всесторонний научный анализ современного состояния проблемы нефтяного загрязнения подземных вод и особенностей формирования техногенных залежей УВ на территории г. Грозный.
2. Установлено пространственное размещение техногенных залежей УВ в акчагыл-апшеронских отложениях Заводского района г. Грозный.
3. Впервые проведено картирование кровли и подошвы продуктивного горизонта и водонефтяного контакта (ВНК) на различных участках исследуемого района.
4. Выполнена оценка геоэкологического состояния верхней части геологического разреза территории г. Грозный.
5. Разработаны научно-обоснованные рекомендации по извлечению техногенных залежей УВ и улучшению геоэкологической ситуации, связанной с загрязнением почвогрунтов и подземных вод.

Объект исследования – геологическая среда территории г. Грозный, подверженная загрязнению УВ в условиях многолетней эксплуатации объектов нефтепромышленного производства.

Предмет исследования – пространственное проявление природных и техногенных процессов, способствующих образованию техногенных залежей УВ, и разработка рекомендаций по оптимизации природопользования.

Материалы и методы исследований. Диссертационная работа основана на материалах полевых исследований по выявлению и оконтуриванию площадей техногенных подземных линз нефтепродуктов территории г. Грозный. В качестве основных методов применялись: геолого-геофизические и геохимические методы, включающие георадарную, газовую и геохимическую съёмки, а также бурение оценочных скважин с использованием материалов

высокоточной космической съемки. Используются результаты дешифрирования космических снимков «NOAA», «Landsat-5,7» и «Ikonos».

Достоверность научных положений выводов и рекомендаций подтверждается значительным объемом фактического материала, полученного с использованием современных средств измерений и стандартных методик проведения исследований, применением современных методов химического анализа полевых образцов и методов статистической обработки данных.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы состоит в том, что на основе проведенных исследований для сложных геологических и гидрогеологических условий разработан научно-обоснованный комплекс методов изучения геоэкологической обстановки районов добычи, транспортировки и переработки нефти.

Практическим результатом работы являются научно-обоснованные рекомендации по экологической реабилитации геологической среды территории г. Грозный и минимизации воздействия техногенных залежей УВ на подземные воды и водозаборы питьевого водоснабжения. Предложенные рекомендации включены в Федеральную целевую программу «Ликвидация накопленного экологического ущерба на 2014-2025 гг.», рекомендованы ФГУП «Чеченнефтехимпром» к внедрению предприятиям ОАО «Грознефтегаз» при разработке программ экологизации производственной деятельности и планировании мероприятий по оптимизации природопользования в рамках требований социально-экономического развития Чеченской Республики.

Личный вклад автора заключается в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая постановку цели и задач исследования, выборе методик экспериментов, непосредственном участии в их проведении, анализе и обобщении экспериментальных результатов, научном обосновании выводов, при подготовке материалов публикаций и докладов. Автором проведены полевые комплексные исследования, георадарная съемка, бурение оценочных скважин, обработка и интерпретация полученных данных и разработаны рекомендации по минимизации техногенного воздействия на геологическую среду территории г. Грозный.

Положения, выносимые на защиту

1. Полевые исследования с применением георадарной съемки позволили определить литологический состав грунтов, глубины залегания и мощности слоя жидких нефтепродуктов, располагающихся на поверхности грунтовых вод. Результаты интерпретации данных георадарной съемки позволили определить стратегию последующего комплекса поисковых работ, включающего геохимическую и газовую съемки и бурение оценочных скважин.
2. Структурно-литологические неоднородности акчагыл-апшеронских отложений, заключающиеся в том, что в восточной части исследуемого района апшеронские отложения погружаются под толщу высокопроницаемых четвертичных отложений. Это создает благоприятные условия для накопления нефтепродуктов в данных отложениях и загрязнения ими подземных вод. В то

же время, в западной части города, где в основном развиты слабопроницаемые глинистые породы апшеронского возраста, отсутствуют геологические условия для формирования углеводородных линз.

3. Выявленные площади техногенных линз УВ приурочены к району концентрации объектов нефтепромышленного производства. Отмечается неустойчивость в распределении нефтепродуктов в пространстве и времени, связанная с изменением фильтрационных свойств пород под влиянием нефтепродуктов. Максимальные концентрации наблюдаются на локальных участках, что позволит уменьшить технические и финансовые затраты на экологическую реабилитацию геологической среды.

Апробация работы. Основные результаты исследования представлены автором на международных, российских и региональных конференциях, наиболее значимые из которых: XI Международная конференция «Биологическое разнообразие Кавказа» (Магас, 2009), Межрегиональный Пагуошский симпозиум «Наука и высшая школа Чеченской Республики: перспективы развития межрегионального и международного научно-технического сотрудничества» (Грозный, 2010), I Кавказский международный экологический форум (Грозный, 2013), I Международная научная конференция «Наука и образование Австралии, Америки и Евразии: фундаментальные и прикладные науки» (Мельбурн, 2014), Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности разработки нефтяных и газовых месторождений на поздней стадии» (Краснодар, 2017), Международный симпозиум «Инженерные науки и науки о Земле. Прикладные и фундаментальные исследования» (Грозный, 2019), III Международный симпозиум «Науки о Земле: история, современные проблемы и перспективы» (Москва, 2021), XI Всероссийская научно-техническая конференция «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» (Ессентуки-Грозный, 2021), XII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» (Махачкала, 2022) и др.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, из которых 3 статьи – в журналах, в журналах международной базы данных Web of Science и Scopus, 10 научных статей – в журналах, рекомендуемых ВАК РФ.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы из 209 наименований, в том числе 13 источников на иностранном языке. Работа изложена на 146 страницах, иллюстрирована 4 таблицами и 21 рисунком.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю, д.г.н. У.Т. Гайрабекову. Особую благодарность автор выражает научному консультанту к.г.-м.н., д.ф.-м.н., профессору, академику Академии наук Чеченской Республики, Заслуженному геологу РФ И.А. Керимову за ценные советы на всех этапах работы. Автор благодарит за ценные советы и рекомендации при оформлении диссертации д.г.-м.н. А.А. Даукаева, д.ф.-м.н., профессора В.Б. Заалишвили, д.г.-м.н. С.Г. Парадю и д.г.-м.н. В.И. Черкашина

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цель и основные задачи работы, показана научная новизна диссертационной работы. Рассмотрен объект и предмет исследования. Материалы и методы исследования подтверждают достоверность выводов и рекомендаций. Теоретическая и практическая значимость работы доказывают ее необходимость для Чеченской Республики.

Глава 1. Природные условия и нефтегазоносность территории

Грозный расположен в центральной части Чеченской Республики на широкой долине р. Сунжа, частично захватывая склоны Сунженского, Грозненского и Новогрозненского хребтов. Рельеф территории г. Грозный чрезвычайно разнообразен и характеризуется преимущественно равнинным строением, четко отражающим глубинное строение недр. Город Грозный является одним из старейших нефтепромышленных центров страны, продукция предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности которого не только обеспечивала потребности внутреннего рынка страны, но и поставлялась во многие зарубежные страны.

Умеренный, увлажнённый климат г. Грозный характеризуется жарким и сухим летом, мягкой, малоснежной зимой. Господствующими ветрами являются восточные и западные, направленные вдоль Передовых хребтов Терско-Сунженской возвышенности. Речная сеть г. Грозный представлена р. Сунжа и ее притоками: правым – Гойтой и левым – Нефтянкой.

Основными почвообразующими породами служат лёссовидные суглинки и глины. Почвенный покров в основном представлен чернозёмами, выщелоченными и темно-каштановыми почвами в сочетании с лугово-черноземными, лугово-дерновыми, лугово-каштановыми и аллювиальными, в том числе заболоченными.

В геологическом строении исследуемого района принимают участие породы юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Предгорная часть Чеченской Республики, включая территорию г. Грозный, сложена молодыми породами кайнозойского возраста. Литология и стратиграфия участка представлена мощными толщами мезозойско-кайнозойских отложений. Наиболее древние отложения, выходящие на дневную поверхность в ядрах антиклиналей в Пригрозненском районе, являются породы верхнего и среднего миоцена, склоны хребтов сложены более молодыми отложениями неогена.

Стратиграфические комплексы района представлены *четвертичными отложениями*, сложенными гравийно-галечным материалом в пределах Сунженской равнины и мощной толщей просадочных пород (рис. 1). Рельеф поверхности города отражает тектоническое строение территории.

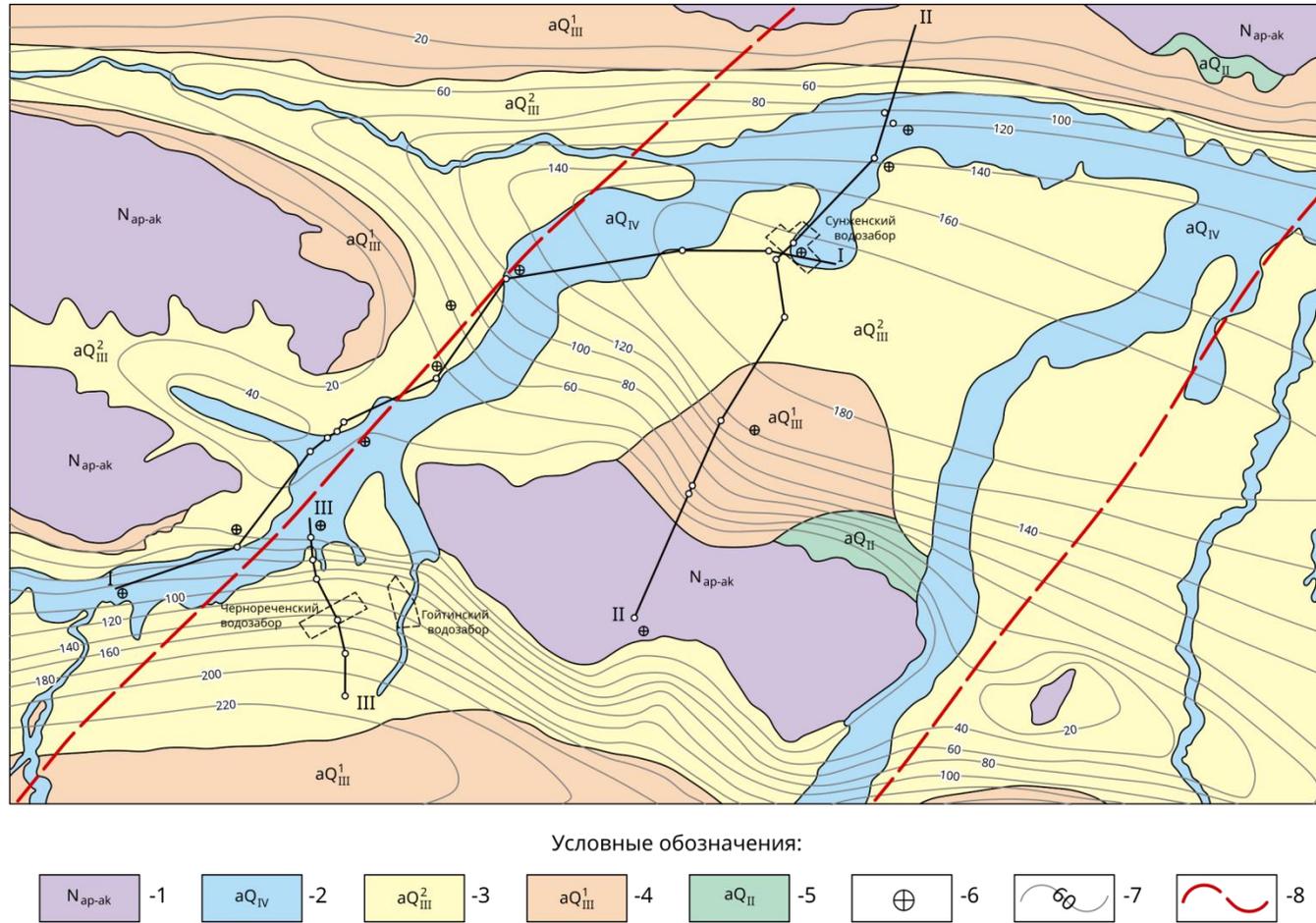


Рис. 1 – Карта четвертичных отложений района г. Грозный (составлена по материалам Чеченнедра)

1 – Дочетвертичные образования. Карбонатно-терригенные породы апшеронского и акчагыльского ярусов. 2 – Современные аллювиальные отложения русла и поймы. Галька, гравий, песок, супесь. 3 – Плейстоцен. Верхнее звено. Верхний горизонт. Аллювий 1-й террасы. Галька, гравий, песок, супесь. 4 – Плейстоцен. Верхнее звено. Нижний горизонт. Аллювий III террасы. Галька, гравий, песок, супесь, суглинок. 5 – Плейстоцен. Среднее звено. Аллювий IV террасы. Гравий, песок, супесь, примесь вулканического пепла. 6 – Скважины, вскрывающие разрез четвертичных отложений. 7 – Изопахиты четвертичных отложений (проведены через 20 метров). 8 – Неотектонические разломы.

Исследуемый район находится в пределах тектонической области Передовых хребтов, включающих:

- Терскую антиклинальную зону;
- Алханчуртскую синклинальную зону;
- Сунженскую антиклинальную зону.

Все антиклинальные структуры и разделяющие их синклинали имеют субширотное простирание.

Гидрогеологические условия района тесно связаны с его геолого-тектоническим строением (Богородский, Кропоткин, 1975). В настоящей работе рассмотрены верхние водоносные горизонты, подверженные загрязнению с поверхности и используемые для водоснабжения г. Грозный, и не рассматриваются водоносные горизонты ниже акчагыльского. Водоносный горизонт акчагыльского яруса $N^3_{Пак}$, представленный глинами с прослоями песчаников и конгломератов, перекрыт четвертичными суглинками мощностью до 3 м на большей части Заводского района и подвержен загрязнению нефтепродуктами. Гидравлически он связан с апшеронским водоносным горизонтом. В целом район находится в зоне недостаточного увлажнения, что предопределяет развитие процессов континентального засоления на участках близкого залегания уровней подземных вод.

Территория г. Грозный охватывает восточную часть Сунженской зоны Терско-Сунженского нефтегазоносного района (ТСНО) и характеризуется наличием локальных скоплений нефти и развитием нефтегазоносности в широком стратиграфическом диапазоне осадочного чехла, начиная от караганского яруса миоцена до валанжинского нижнего мела (рис. 2).

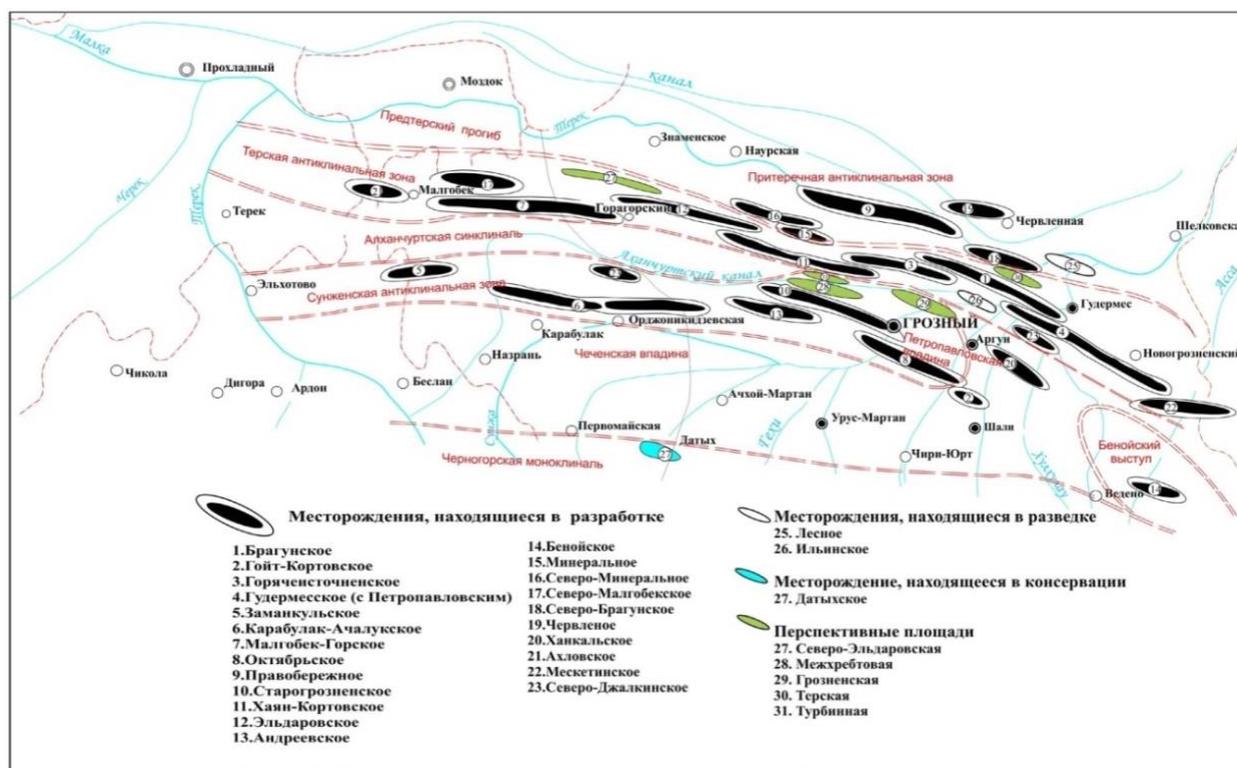


Рис. 2 – Обзорная карта месторождений нефти и газа ТСНО (Керимов, Даукаев, Борисенко и др., 2005)

Залежи нефти и газа, установленные в миоценовых отложениях, связаны с гранулярными терригенными коллекторами (в основном песчаники). Покрышками для них служат глинистые породы. Фораминиферово-верхнемеловые залежи связаны преимущественно с трещинно-кавернозными карбонатными коллекторами (известняки). Сверху они перекрываются мощной толщей майкопских глин. Нижнемеловые и верхнеюрские залежи УВ связаны в основном с трещинными коллекторами, перекрытыми сверху карбонатно-сульфатными породами-покрышками.

В пределах ТСНО установлены залежи УВ как с горизонтальным, так и с наклонным положением поверхности ВНК. Глубины залегания залежей нефти и газа колеблются от нескольких десятков метров до 5800 м.

Глава 2. Анализ освоения месторождений УВ и загрязнения геологической среды г. Грозный

История промышленного освоения Грозненских нефтяных месторождений относится к 1893 г. и достаточно описана многими исследователями. Первые упоминания о проведении геологических разведок нефтяных источников датируются 1721 г. (Даукаев, 2013). Началом перегонки Грозненской нефти считают 20-е гг. XIX в., когда в 1823 г. крепостными крестьянами, братьями Дубиниными, был построен первый аппарат для переработки нефти (Сигаури, 2001). Примерно с 1860-х гг. происходит постепенный переход в ряде регионов России от колодезной к скважинной добыче нефти.

Период освоения залежей УВ в миоценовых отложениях разделяют на несколько подэтапов:

Первый подэтап (1893-1917 гг.). В 1893 г. в районе г. Грозный, впервые на Северном Кавказе, начата промышленная добыча нефти из миоценовых отложений с применением тартального способа эксплуатации. В том же году начали бурить скважины с применением привода от паровой машины при сохранении ударно-штангового бурения. (Грозненская нефтяная промышленность..., 1957, Грозненский ордена Трудового..., 1967).

Второй подэтап (1918-1959 гг.) характеризуется освоением и эксплуатацией месторождений, приуроченных к миоценовым отложениям, с глубинами залегания нефти до 3000 м. Основная добыча приходится на Старогрозненское и Октябрьское месторождения.

К 1925 г. добыча вышла на дореволюционный уровень. Началась разработка новых месторождений с применением бурения скважин роторным способом. В 1937 г. были открыты крупные месторождения. Фонд скважин, пробуренных с начала эксплуатации Старогрозненского месторождения, к 1937 г. составил 1324 (Лисичкин, 1954).

Великая Отечественная война нанесла значительный ущерб Грозненской нефтяной промышленности. Добыча нефти в это время не превышала 1 млн. т в год. В октябре 1942 г. многие объекты нефтепромышленного производства в

результате авиабомбардировок были превращены в руины. В военные годы объем бурения сократился почти в 10 раз. В 1941 г. нефтяники добыли более 3 млн. т нефти (Ибрагимов, 2003).

В период разработки залежей УВ в верхнемеловых отложениях (с конца 1950-х гг.) идет освоение и нижнемеловых горизонтов на глубинах 3500-6000 м. Послевоенное восстановление отрасли проходило в сложнейших условиях. Только к 1960 г. был достигнут уровень довоенной добычи в 3,3 млн. т в год, в разработку было введено более 20 месторождений. К 1971 г. уровень добычи нефти достиг 22 млн. т в год и сохранялся до 1982 г. (Нефть и газ, 1993). В 1991 г. годовая добыча нефти составила 4 млн. т (Керимов, Уздиева, 2008).

Военно-политические события, начавшиеся в 1994 г., оказались катастрофическими для нефтяного хозяйства Чеченской Республики. В период двух военных кампаний почти полностью разрушена инфраструктура нефтепромышленного производства, открыто горели фонтанные скважины, не осуществлялись геологоразведочные работы, контроль и регулирование разработки нефтяных месторождений. В результате боевых действий 1994-2002 гг. было разрушено до 80% промышленных объектов. В г. Грозный было уничтожено несколько нефтеперерабатывающих заводов. Ежегодные аварийные утечки нефтепродуктов только на трубопроводах республики составляли около 12 тыс. т (Ибрагимов, 2003). Деятельность всех без исключения объектов нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности привела к формированию мощных очагов загрязнения, в том числе подземных вод.

Наибольшую экологическую опасность представляют аварийные ситуации: фонтанирование скважин, образование грифонов, утечки загрязнителей из резервуара, при разрывах трубопроводов, пожарах и т.д. Основными источниками поступления нефтепродуктов в геологическую среду территории г. Грозный являлись объекты нефтепромышленного производства: нефтехранилища, нефтепроводы, амбары, отстойники и т.д.

Выявление и картографирование основных источников поступления нефтепродуктов в подземные воды проводились на основе дистанционных съемок.

Анализ предыдущих исследований позволил нам при проведении интерпретации материалов дистанционного зондирования определить уровень воздействия антропогенных факторов на окружающую среду, обусловленных добычей, переработкой и транспортировкой нефти. По имеющимся данным, аварийные и прочие утечки нефти и нефтеконденсата непосредственно на нефтепромыслах, составляли не менее 1-2% объема годовой добычи, обеспечивая таким образом несанкционированное поступление в природную среду десятков и сотен тысяч тонн нефтепродуктов (Дадашев, Гайрабеков, Усманов, 2008, 2009). В районе концентрации объектов нефтепромышленного производства г. Грозный в результате утечек нефти уже к концу 1980 гг. сформировались локальные техногенные скопления УВ. В связи с этим

требовалась соответствующая рекультивация с водопонижением и откачкой нефти. Существовавшие нефтесборные дрены имели малую производительность (не более 20-25 тыс. т/г.) (Оценка состояния загрязнения..., 1993).

В период 1990-2000 гг. на территории г. Грозный проводился геоэкологический мониторинг. В это же время совместным предприятием «ЭПЭК» была предпринята попытка скважинной отработки нефтепродуктов. Однако используемая технология не позволила решить геоэкологические проблемы. В сложившейся ситуации, без локализации и рекультивации очагов загрязнения подземных вод УВ, создалась угроза безвозвратной потери через несколько десятков лет основных запасов пресных подземных вод артезианских бассейнов республики (порядка 16 млн. м³) (Островский, 1991). Схема площадного размещения линзы нефтепродукта показана на рисунке 3.

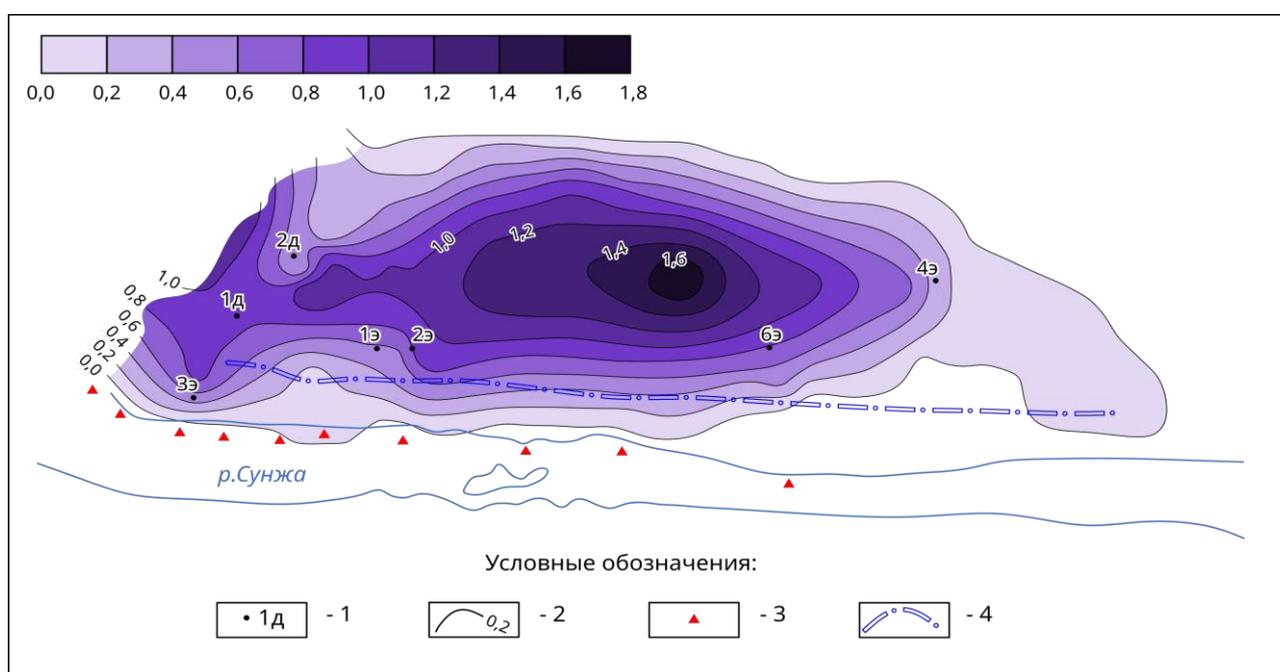


Рис. 3 – Схема площадного размещения Восточной линзы УВ

1 – Опытно-эксплуатационная скважина и ее номер; 2 – изолинии мощности нефтепродукта, м; 3 – потенциально опасные места (наблюдаемые высачивания нефтепродукта до начала опытных работ); 4 – противодиффузионная завеса

Было установлено, что площадь залежи значительно больше, чем предполагалось ранее. Сформировавшись в пределах восточной части Заводского района, залежь с потоком грунтовых вод продвинулась вниз по потоку в долину р. Сунжа на правобережье в пределах жилой застройки к центру города.

Техногенные линзы УВ в геологической среде г. Грозный (рис. 4) определялись компанией ГИДЭК в 1994 г (Оценка состояния загрязнения..., 95).

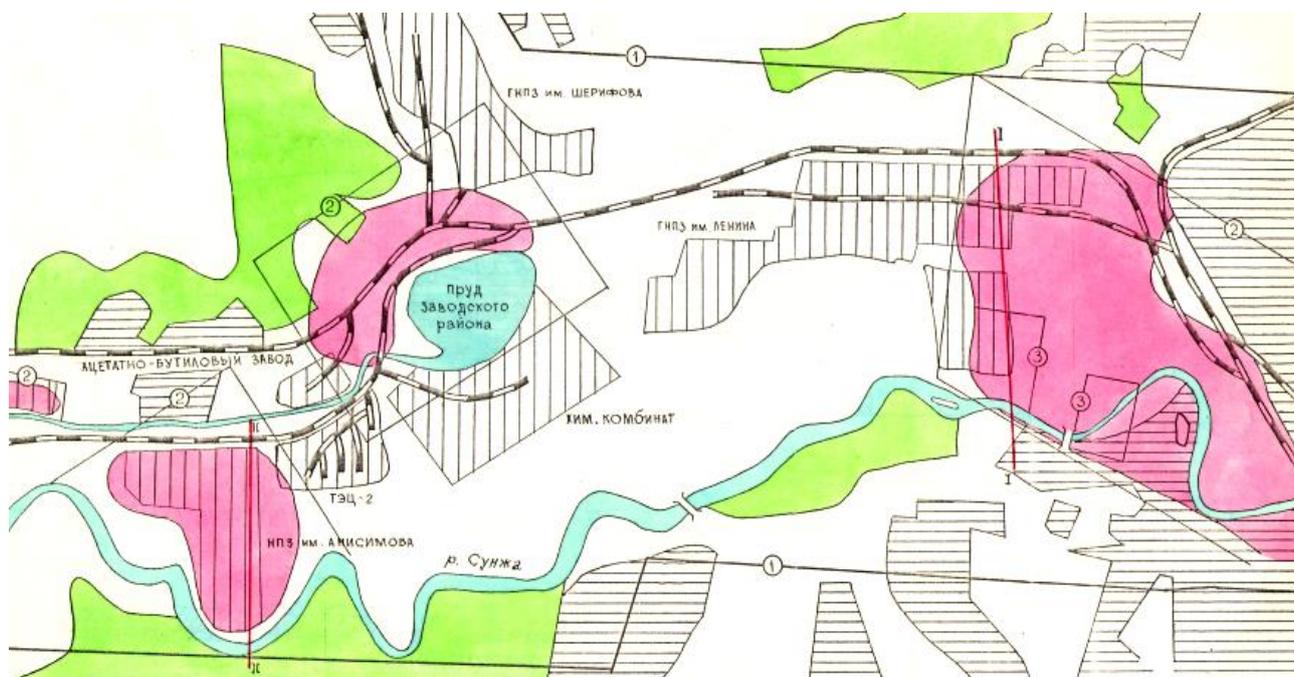


Рис. 4 – Карта-схема техногенных линз УВ в четвертичных отложениях

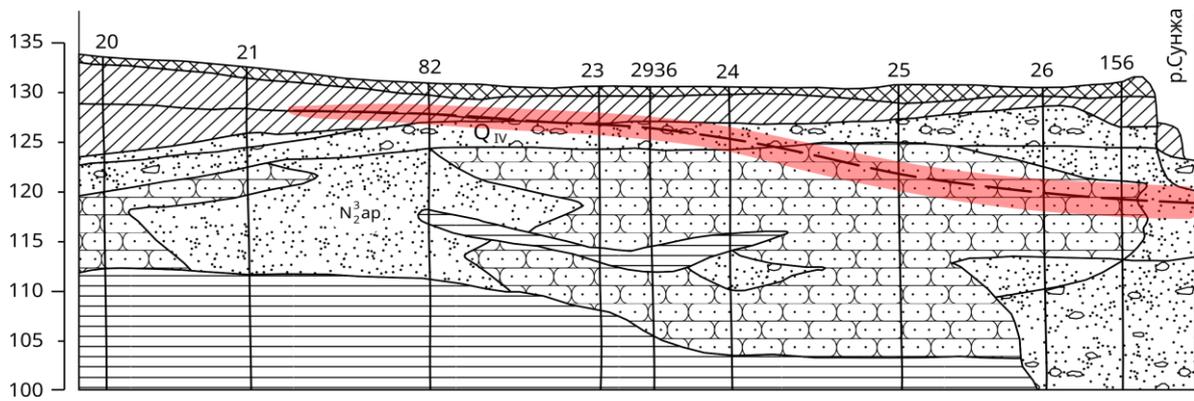
Условные обозначения

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|  | – крупные промышленные предприятия г. Грозного |  | – лесные массивы и сады |
|  | – скопление линз подвижных нефтепродуктов в грунтах |  | – выделенные уровни детальности изучения загрязнений нефтепродуктами |
|  | – жилые массивы |  | – линия геологического разреза |

Уровни плавающих нефтепродуктов залегают значительно ниже вреза русла р. Сунжа, что не препятствует движению под ней плавающих нефтепродуктов и загрязненных подземных вод, как это имеет место выше по течению, где русловой врез реки и глинистые породы барражируют распространение загрязнения на большое расстояние. Геологический разрез территории показан на рис. 5.

Наиболее опасной представлялась «Восточная залежь», приуроченная к зоне погружения слабопроницаемых неогеновых пород под аллювиальными отложениями. В связи с отрывом уровней подземных вод от дна р. Сунжа разгрузки нефтепродуктов в реку в настоящее время не происходит. Это привело к образованию уникальной по своему объему залежи, содержащей около 1 млн. т нефтепродуктов (Оценка состояния загрязнения, 1995).

Первые работы по определению границ линзы проводились еще в 1967 г. (Волобуев, 1991). Вопрос проведения эффективных ликвидационных мероприятий поднимался многократно, однако выполнять намеченные программы полностью с достаточной эффективностью не позволяли условия, не зависящие от исследователей, как, например, миграция и выход нефтезагрязнений на различных участках территории, а также военные действия.



Условные обозначения:

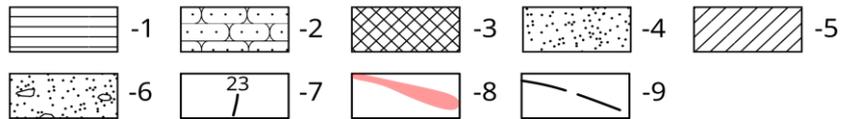
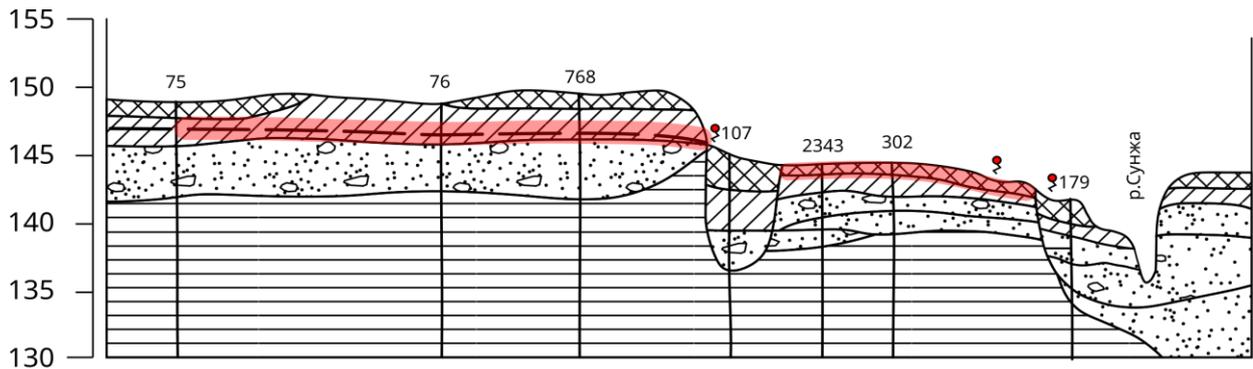


Рис. 5 а – Геологический разрез по линии I-I

- 1 – глины; 2 – песчаники; 3 – насыпной слой; 4 – пески;
 5 – суглинки; 6 – гравийно-галечниковые отложения; 7 – скважина и ее номер;
 8 – линза нефтепродукта; 9 – уровень подземных вод



Условные обозначения:

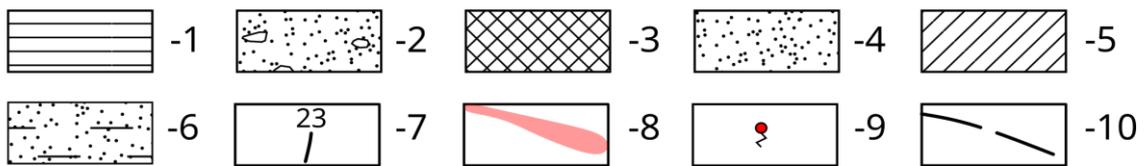


Рис. 5б. – Геологический разрез по линии II-II

- 1 – глины; 2 – гравийно-галечниковые отложения; 3 – насыпной слой;
 4 – пески; 5 – суглинки; 6 – пески глинистые; 7 – скважина и ее номер;
 8 – линза нефтепродукта; 9 – разгрузка нефтепродукта и вод в виде источников;
 10 – уровень подземных вод

Глава 3. Анализ и оценка техногенного загрязнения углеводородами подземных вод г. Грозный

Анализируя результаты многолетних исследований нефтяных загрязнений территории г. Грозный, результатов данных дистанционного зондирования Земли, решить поставленные задачи по определению размеров, объемов и контуров техногенных залежей нефти и нефтепродуктов для установления местоположения территории проведения ликвидационных мероприятий по очистке геологической среды, подземных и поверхностных вод не удалось. Объективной причиной тому были военные действия на территории Чеченской Республики (1994-2000 гг.). Отсутствие данных о сезоне съемки не позволило провести более качественную интерпретацию имеющейся информации. Но, как видно из представленных результатов дешифрирования снимков, основной вклад в формирование тепловых аномалий вносят площади с горящими скважинами и техногенные объекты г. Грозный, температурные значения которых значительно превышают пороговые и не позволяют провести более детальный анализ.

Наиболее значительным очагом загрязнения геологической среды на территории России остаётся нефтепромышленная зона в юго-западной части г. Грозный (рис. 6).

Для определения реального уровня загрязнений геологической среды УВ нами предложена методика комплексного исследования территории следующими методами:

- георадарная съемка (метод геолокации, основанный на излучении и регистрации сверхширокополосных электромагнитных импульсов с построением годографа и компьютерной обработкой данных);
- газовая и геохимическая съемка (методы дифференциального поглощения, спектрофлуориметрический, спектрофотометрии и др.);
- бурение оценочных скважин (с применением установки ударно-канатного бурения).

Предложенный комплекс работ позволяет с оптимальными затратами на первоначальном этапе определить площади проведения буровых работ и тем самым сократить затраты на бурение.

Георадарная съёмка, выполненная методом геолокации, использовалась для предварительной оценки геологической среды (рис. 7-10). Она является одним из перспективных направлений развития геофизических исследований.

Основными преимуществами метода являются:

- высокая разрешающая способность и эффективность в условиях плотной городской и промышленной застройки;
- помехоустойчивость;
- оперативность и экономичность.

При проведении геолокационного обследования площади пройдено 600 погонных метров профилей на 1900 пикетах. Было выполнено 30 профилей общей длиной 1164 м с шагом 20 см. Георадарная съёмка позволила:

- определить глубины уровней грунтовых вод и литологического состава грунтов зоны аэрации;
- определить глубины залегания и мощности слоя жидких нефтепродуктов, располагающегося на уровне грунтовых вод.

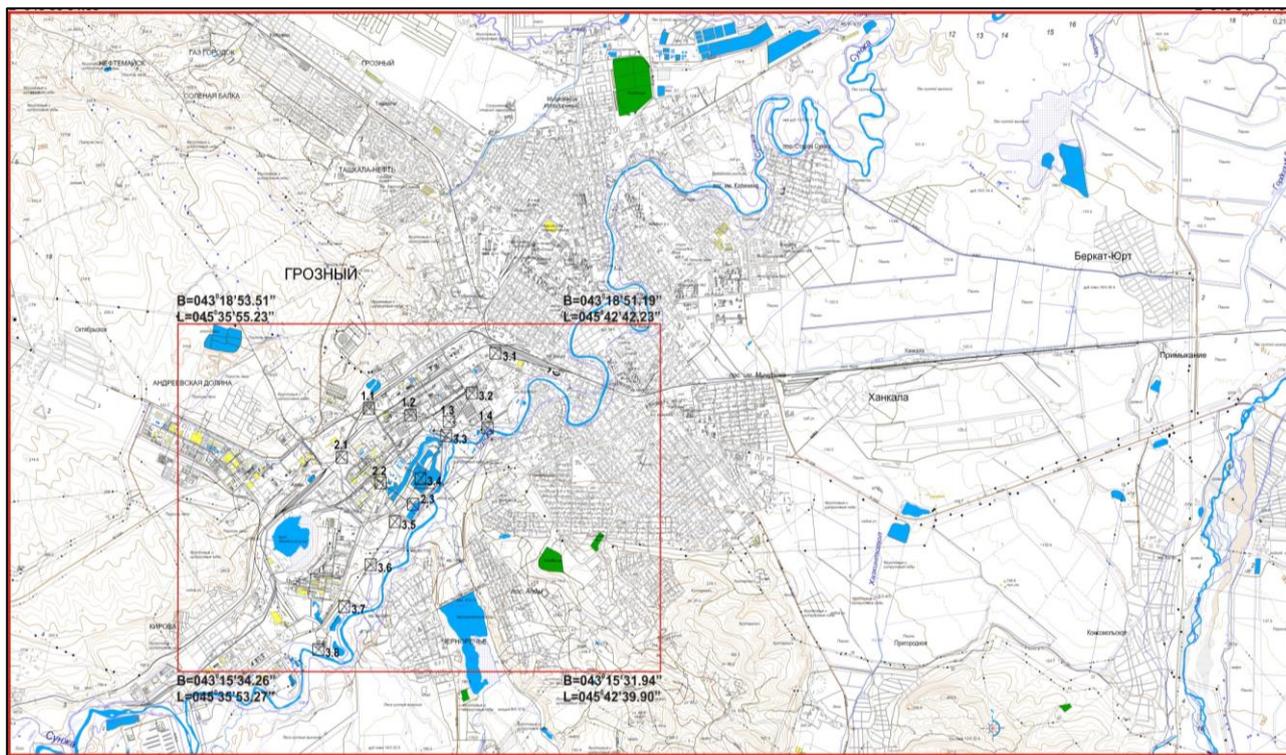


Рис. 6 – Обзорная карта территории исследований

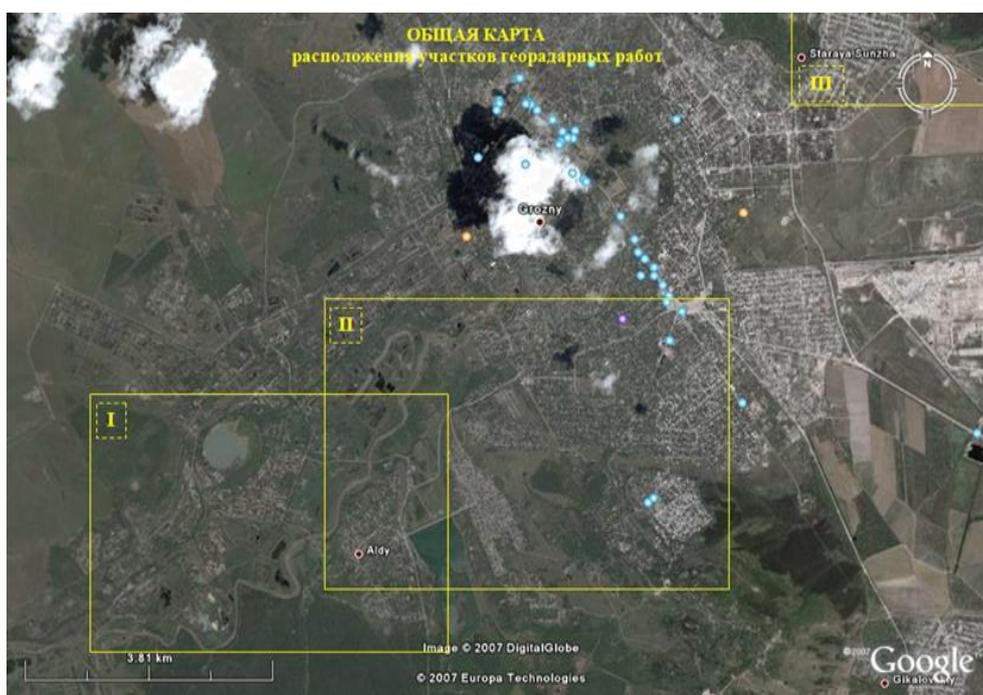


Рис. 7 – Схема расположения участков георадарных работ



Рис. 8 – Схема расположения георадарных профилей (участок I)



Рис. 9 – Схема расположения георадарных профилей (участок II)

Для выявления и оконтуривания площадей техногенных подземных линз нефтепродуктов на территории г. Грозный нами выполнены поисковые работы с использованием геохимической и газовой съемки.

В результате проведения работ выявлены аномалии газопарообразных УВ, анализ пространственного распределения этих аномалий и их связи с

подземными линзами нефтепродуктов, а также определены наиболее перспективные участки для проведения буровых работ. Результаты поисковых работ представлены в диссертационной работе фотосхемами аномалий метана, этана, пропана, бутана, пентанов и их интегральных параметров.



Рис. 10 – Схема расположения георадарных профилей (участок III)

По результатам комплексной интерпретации полученных данных выявлены 4 перспективных участка на территории г. Грозный (I, II, III и IV), в пределах которых прогнозируются техногенные ловушки нефти (рис. 11).

Выявление и оконтуривание площадей техногенных подземных линз УВ и анализ полученных данных выполнялось поэтапно:

На *первом этапе* строятся карты исходных параметров распределения аномалий прямых и косвенных индикаторов наличия УВ на поверхности Земли.

На *втором этапе*, по каждому профилю по пересчитанным на глубину условным содержаниям газов, рассчитывается глубинный интегральный параметр и вдоль профилей в вертикальном срезе строятся карты этого параметра.

На *третьем этапе* – осуществляется площадное сканирование данных по всем профилям, корректировка, уточнение и пересчет на глубину, что позволяет с высокой долей вероятности определить источники УВ в разрезе.

На *четвертом этапе* строятся карты прогнозного параметра нефтенасыщения, соответствующие определенному интервалу глубин локализации, выделенных на разрезах и представляющих интерес горизонтов, и выделяются наиболее перспективные из них.

На заключительном этапе анализируются все материалы в плане и разрезе и составляется прогнозная карта перспектив нефтегазоносности площади (рис. 12).

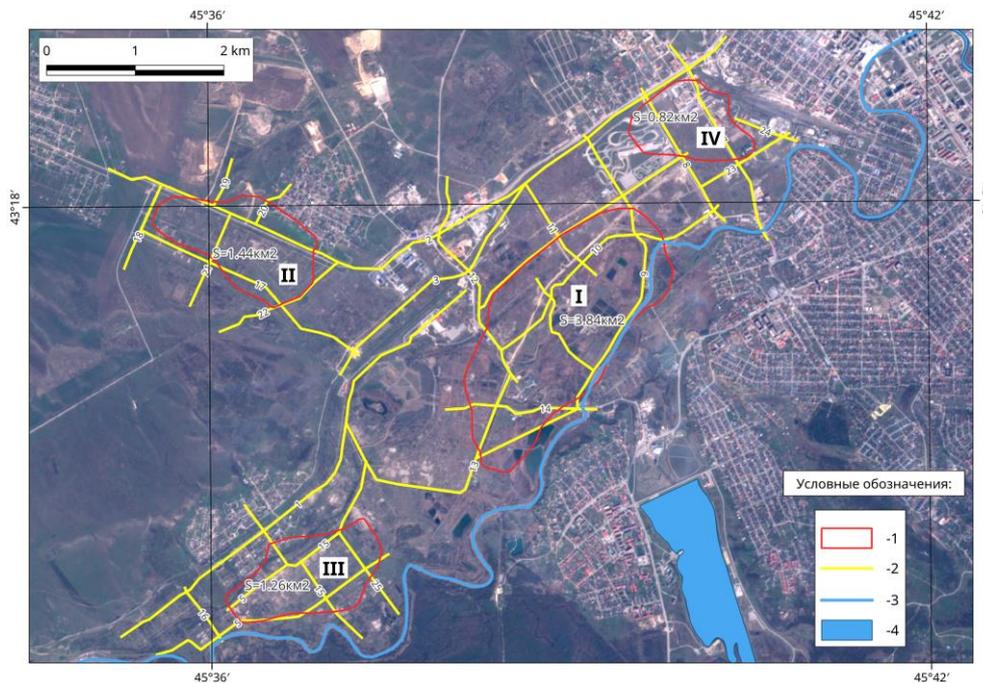


Рис. 11 – Схема прогнозных перспективных участков

Условные обозначения: 1 – перспективные участки и их площадь;
2 – профили с пикетами измерений; 3 – реки; 4 – водоемы

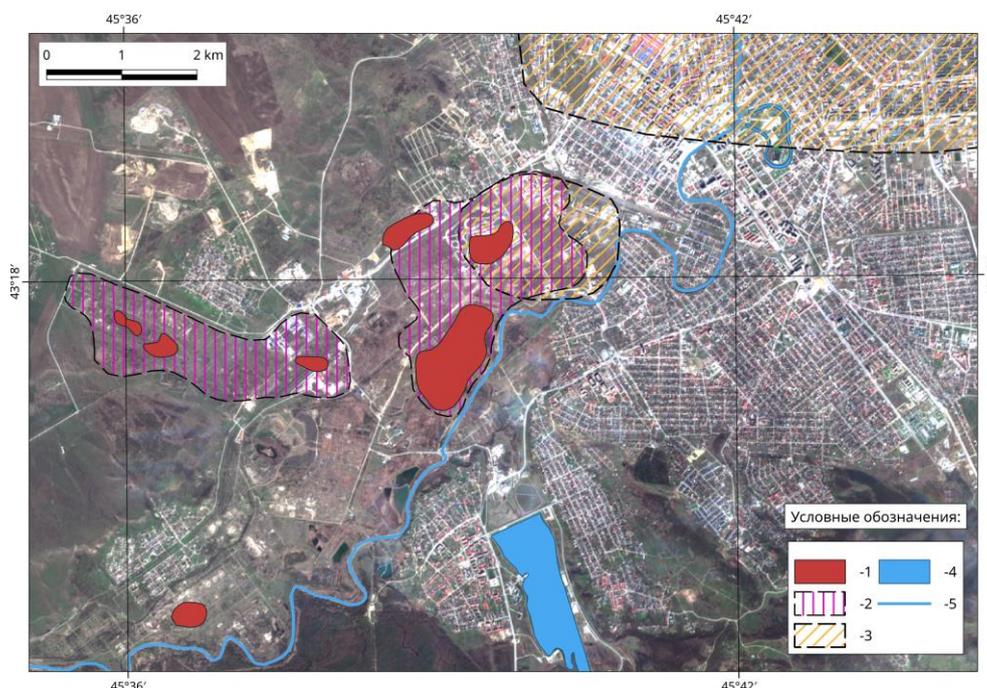


Рис. 12 – Перспективные участки для проведения буровых работ

Условные обозначения: 1 – тепловые аномалии, выявленные по материалам ИК-съемок;
2 – площадки основных техногенных объектов нефтяной отрасли;
3 – площадные загрязнения вод нефтепродуктами; 4 – водоемы; 5 – реки

Несмотря на положительный прогноз перспективных участков, проблема наличия техногенных залежей промышленной значимости может быть окончательно решена только при бурении оценочных скважин.

Всего на исследуемой территории пробурено 50 оценочных скважин с использованием профильной системы (рис. 13) глубиной 50 м общим объемом 2500 м. Отобрано 46 проб грунтов и 3 пробы подземных вод для определения содержания нефтепродуктов.



Рис. 13 – Карта профилей оценочных скважин исследуемого района

Анализ результатов проведенных буровых работ на левобережье р. Сунжа показал, что на исследуемой территории отсутствует существовавшая ранее техногенная линза на грунтовых водах, а присутствует остаточное загрязнение (не получен приток нефтепродуктов в пробуренных скважинах). Причиной его присутствия является добыча нефтепродуктов за прошедшие 20 лет (незаконными и бесконтрольными кустарными разработками в районе проведения работ) и возможный миграционный исход остаточной «линзы» в направлении Старосунженского водозабора г. Грозный. На данной территории и ранее не проводилось оценочное бурение, и на сегодняшний день отсутствуют параметрические и наблюдательные скважины. При этом постоянно фиксируется увеличение содержания нефтепродуктов в водах Сунженского водозабора.

Таким образом, на сегодняшний день проблема загрязнения геологической среды территории г. Грозный остаётся до конца не решённой. Для её окончательного решения необходимо разработать научно-обоснованные

рекомендации по ликвидации подземных линз УВ и экологической реабилитации геологической среды территории г. Грозный.

Рекомендации по экологической реабилитации геологической среды исследуемой территории и минимизации их воздействия на подземные воды и водозаборы питьевого водоснабжения предусматривают:

- Извлечение из техногенных линз нефтепродуктов, плавающих на поверхности грунтовых вод.
- Сепарация и утилизация извлеченных нефтепродуктов.
- Откачка загрязненных грунтовых вод и последующая их очистка путем обогащения минеральными добавками и нефтеразлагающими микроорганизмами.
- Доочистка грунтов от остаточного загрязнения до ПДК методом биодеструкции УВ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Ретроспективный анализ освоения месторождений нефти и загрязнения геологической среды позволил обосновать природу и механизм формирования техногенных залежей УВ на поверхности грунтовых вод территории г. Грозный.
2. Результаты георадарной съёмки по определению границ пространственного загрязнения геологической среды УВ позволили определить глубины уровней грунтовых вод, литологического состава грунтов зоны аэрации и мощности слоя жидких нефтепродуктов, располагающегося на уровне грунтовых вод.
3. Характер распределения УВ в геологической среде, как по площади, так и в разрезе, определяется в первую очередь литологической неоднородностью геологического разреза.
4. Результаты комплексных геолого-геофизических и геохимических работ по предварительному определению границ пространственного загрязнения геологической среды нефтепродуктами позволили выявить и оконтурить площади техногенных подземных линз УВ на поверхности грунтовых вод территории г. Грозный и локализовать в пределах перспективных площадей наиболее благоприятные участки для постановки буровых работ.
5. На основе полученных данных установлена приуроченность площадей техногенных подземных линз УВ к району концентрации объектов нефтепромышленного производства. Проведено их картографирование с оценкой степени загрязнения геологической среды УВ.
6. Совокупность природных и антропогенных факторов обеспечивает формирование техногенного нефте- и водоносного горизонта, который осуществляет пространственную и вертикальную миграцию нефтепродуктов на значительное расстояние и глубину и служит источником вторичного загрязнения геологической среды.

7. Главными причинами загрязнения геологической среды УВ являются:
 - низкий уровень технологических процессов в условиях многолетней эксплуатации объектов нефтепромышленного производства;
 - особенности геолого-геоморфологических и гидрогеологических условий территории г. Грозный.
8. Исходя из выявленных закономерностей распределения нефтепродуктов в геологической среде, рекомендации по экологической реабилитации территории сводятся к следующему:
 - откачка растворённых нефтепродуктов, накопившихся на уровне грунтовых вод;
 - дальнейшая очистка территории за счет аборигенной микрофлоры с внесением питательных веществ и аэрированием через существующие и дополнительно пробуренные скважины. Данную процедуру необходимо производить неоднократно при наличии аналитического контроля состояния твердой и жидкой фаз геологической среды.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Монографии

Полезные ископаемые Чеченской Республики. Справочник / *Керимов И.А (отв. Редактор), Даукаев А.А., Усманов А.Х. и др.* Грозный: Академия наук Чеченской Республики. 2009. 246 с.

В научных изданиях, индексируемых WoS/Scopus

1. *Kerimov I A, Gagaeva Z Sh, Gairabekov U T, Usmanov A Kh.* Technogenic hydrocarbon reservoirs and geoenvironmental issues in the city of Grozny // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 194 (2018) 092008 doi:10.1088/17551315/194/9/092008.
2. *Daukaev A.A., Gatsaeva L.S., Bachaeva T.Kh., Gatsaeva S.S.A., Abubakarova E.A., Khamsurkaev Kh.I., Usmanov A.Kh., Aidamirova Z.G.* Analysis of the effectiveness of geological exploration using hydrocarbon raw materials within Terek-Caspian trough Atlantis Highlights // Material Sciences and Technology. Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). 2019. С. 579-582.
3. *Usmanov A. Kh. Gairabekov U.T, Alakhverdiev F.D.* Geo-ecological features of the transformation of the natural environment (a case study of oil and gas field development in the Chechen Republic). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 867 (2021) 012007 doi:10.1088/1755-1315/867/1/012007.

В научных журналах из перечня ВАК РФ:

4. *Гайрабеков У.Т., Дадашев Р.Х., Усманов А.Х.* Геоэкологическая оценка воздействия техногенных залежей нефтепродуктов на геологическую

- среду г. Грозный // Естественные и технические науки. 2009. № 2. С. 245-249.
5. *Даукаев А.А., Усманов А.Х.* Безотходное производство и нетрадиционные источники углеводородного сырья: история и современность. // Естественные и технические науки. 2010. № 4 (49). С. 227-229.
 6. *Гайрабеков У.Т., Усманов А.Х.* Характер загрязнения геологической среды и особенности рекультивации почв на территории г. Грозный с учетом почвенно-климатических условий // Естественные и технические науки. 2010. № 5 (49). С. 118-121.
 7. *Даукаев А.А., Усманов А.Х.* Безотходное производство и нетрадиционные источники углеводородного сырья: история и современность // Естественные и технические науки. 2010. № 4 (49). С. 227-229.
 8. *Гайрабеков У.Т., Дадашев Р.Х., Керимов И.А., Даукаев А.А., Усманов А.Х.* Развитие нефтяного комплекса Чеченской Республики и проблемы загрязнения геологической среды // История науки и техники. 2012. №7(49). С. 40-44.
 9. *Усманов А.Х., Гайрабеков У.Т., Даукаев А.А.* К проблеме обеспечения экологической безопасности на территории г. Грозный в связи с функционированием нефтяного комплекса // Экология урбанизированных территорий. 2013. № 2. С. 60-63.
 10. *Усманов А.Х., Гайрабеков У.Т.* Рекомендации по экологической реабилитации геологической среды г. Грозный от углеводородного загрязнения // Фундаментальные исследования. 2015. № 9 (3). С. 517-521.
 11. *Усманов А.Х., Керимов И.А.* Очистка очаговых нефтяных загрязнений подземных вод на территории г. Грозный // Вестник РАЕН. 2017. Т.17. № 5. С. 70-74.
 12. *Усманов А.Х.* Техногенные залежи углеводородов на территории г. Грозный: геоэкологические проблемы и пути их решения // Геология и геофизика юга России. 2017. №2. С.106-115.
 13. *Гайрабеков У.Т., Усманов А.Х.* Воздействие нефти и нефтепродуктов на геологическую среду и рекомендации по минимизации техногенеза // Грозненский естественнонаучный бюллетень, 2021. Том 6, №1 (23). С.5-9.
 14. *Усманов А.Х., Алахвердиев Ф.Д., Гайрабеков У.Т.* К истории освоения нефтегазовых месторождений и загрязнения геологической среды г. Грозного углеводородами // Вестник Академии наук Чеченской Республики, 2021. № 4 (55). С. 86-90. DOI: 10.25744/vestnik.2022.55.4.012.

Статьи в других изданиях

15. *Дадашев Р.Х., Усманов А.Х., Гайрабеков У.Т.* Экологические проблемы техногенных залежей нефтепродуктов на территории г. Грозного: история и современность // Экологическая ситуация на Северном Кавказе: проблемы и пути их решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Грозный-Нальчик, 2008. С. 278-286.

16. *Дадашев Р.Х., Гайрабеков У.Т., Усманов А.Х.* Современное состояние проблемы техногенного загрязнения нефтепродуктами территории г. Грозного // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной Академии наук. Том 11. №1. Нальчик, 2009. С.132-137.
17. *Гайрабеков У.Т., Корнилов Ю.С., Усманов А.Х.* Выявление и картографирование основных источников поступления нефтепродуктов в подземные воды на основе дистанционных съемок // Наука и высшая школа Чеченской Республики: перспективы развития межрегионального и международного научно-технического сотрудничества. Межрегиональный Пагуошский симпозиум. Тезисы докладов. Грозный, 2010. С. 190-193.
18. *Усманов А.Х., Корнилов Ю.В.* Основные загрязнители почвы и водных объектов на территории Чеченской Республики и их отражение в материалах дистанционных съемок // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2010. № 1 (12). С. 80-83.
19. *Гайрабеков У.Т., Даукаев А.А., Усманов А.Х.* Проблемы комплексного использования попутных компонентов нефти (на примере Чеченской Республики) // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2013. № 4 (21). С. 91-96.
20. *Даукаев А.А., Гайрабеков У.Т., Усманов А.Х.* Нефть как «черное золото» или «масло зла» // Материалы I Кавказского международного экологического форума. Грозный, 2013. С. 186-191.
21. *Усманов А.Х.* Выявление предварительных границ техногенных подземных линз нефтепродуктов на основе анализа состояния подземных вод на территории г. Грозного // Вестник Чеченского государственного университета. 2015. № 1 (17). С. 175-178.
22. *Усманов А.Х., Керимов И.А.* Локальная очистка очаговых нефтяных загрязнений подземных вод // Повышение эффективности разработки нефтяных и газовых месторождений на поздней стадии. Сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2017. С. 111.
23. *Керимов И.А., Гайрабеков У.Т., Гагаева З.Ш., Усманов А.Х.* К вопросу об УВ-загрязнении геологической среды г. Грозный // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография. Том XI. М.: ИИЕТ РАН, 2018. С. 459-465.
24. *Усманов А.Х., Гайрабеков У.Т., Алахвердиев Ф.Д.* К вопросу о загрязнении геологической среды углеводородами (на примере г. Грозного) // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография. Том XII. М. ИИЕТ РАН, 2021. С. 420-422.