

На правах рукописи



Бракоренко Наталья Николаевна

**ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ГРУНТЫ И ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
ТЕРРИТОРИЙ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г.ТОМСКА)**

25.00.36 – Геоэкология (науки о земле)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор, Шварцев Степан Львович

Официальные оппоненты:

Парначёв Валерий Петрович, д.г.-м.н., профессор, Томский государственный университет, заведующий кафедрой динамической геологии

Жорняк Лина Владимировна, к.г.-м.н., Томский политехнический университет, доцент кафедры геоэкологии и геохимии

Ведущая организация:

Открытое акционерное общество «Томскгеомониторинг»

Защита диссертации состоится: «28» июня 2013 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.269.07 при ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», по адресу: 634034, г. Томск, пр. Ленина, 2а, строение 5, 20 корпус, 504 аудитория

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВПО НИ ТПУ (634050, г. Томск, ул. Белинского, 55).

Автореферат разослан "27" мая 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного

совета Д 212.269.07, д.г.-м.н.



Арбузов Сергей Иванович

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Нефтепродукты (НП) являются многокомпонентным, кумулятивным, глобальным, региональным и локальным загрязнителем окружающей среды.

Масштабы загрязнения по оценкам разных авторов различны. Исследования, проведенные И. Мазуром, 1991 г, показывают, что потери нефти в результате аварийных проливов составляют около 3% от годовой добычи нефти или около 9 млн. т., В.Ж. Аренс, 1999 г, оценивает потери нефти в размере 25 млн. т/год.

Несмотря на систематические исследования нефтезагрязнения окружающей среды многими учеными (В.М. Гольдберг, 1997 г, В.А. Королев, 2001 и др.) изучение особенностей изменения физико-механических свойств грунтов под воздействием нефтепродуктов практически не проводилось, мало исследованы и особенности загрязнения нефтепродуктами грунтовых вод. На территории г.Томска функционирует 119 автозаправочных станций (АЗС) и автозаправочных комплекса (АЗК). Поэтому комплексное изучение нефтезагрязненных грунтов и грунтовых вод (на примере г.Томска) является весьма актуальным.

Объектом исследований являются грунты и подземные воды территорий АЗС г. Томска как основные компоненты геологической среды, которая рассматривается нами в определении Е.М. Сергеева.

Цель работы. Комплексная оценка экологического состояния компонентов геологической среды территорий АЗС и АЗК, включающая: выявление факторов, обуславливающих неравномерность загрязнения грунтов и подземных вод данных территорий, изучение влияния нефтепродуктов на химический состав подземных вод и физико-механические свойства грунтов, прогноз состояния.

Основные задачи: 1) оценка масштабов загрязнения грунтов и подземных вод территорий АЗС и АЗК нефтепродуктами; 2) выявление характера распределения НП в грунтах и грунтовых водах и факторов, его определяющих; 3) детальные исследования состава и физико- механических свойств грунтов до и после загрязнения их нефтепродуктами; 4) геохимические исследования нефтезагрязненных подземных вод; 5) выявление наиболее значимых критериев для оценки устойчивости геологической среды к нефтепродуктовому загрязнению, геоэкологическое районирование геологической среды по этим критериям; 6) разработка практических рекомендации для минимизации вредного воздействия при эксплуатации АЗК, АЗС и оптимизации их размещения.

Фактический материал и методы исследований. Диссертационная работа основана на результатах теоретических, экспериментальных и полевых исследований, выполненных автором на территории 24-х АЗС, АЗК и складов ГСМ г.Томска (рис.1). Определение и анализ загрязнения грунтов нефтепродуктами в работе приводится по 9 площадкам АЗС и АЗК (полученных в составе работ по инженерно-экологическим изысканиям под их реконструкцию), включающие опробование грунтов на содержание НП с интервалом в 1 метр по 38 скважинам глубиной до 20 метров (всего 147 проб). Подземные воды опробованы в пределах территорий 21-ой АЗС и АЗК. Кроме

того, проведены экспериментальные исследования по изучению воздействия нефтепродуктов на свойства грунтов и качество подземных вод (более 140 анализов). Для экспериментов использовался грунт в естественном состоянии, а также пропитанный бензином в количестве более 500 мг/кг. Также были использованы материалы ежегодных исследований ОАО «Томскгеомониторинг», производственные материалы ОАО «ТомскТИСИЗ», ОАО «Томгипротранс» и данные, опубликованные в открытых источниках.

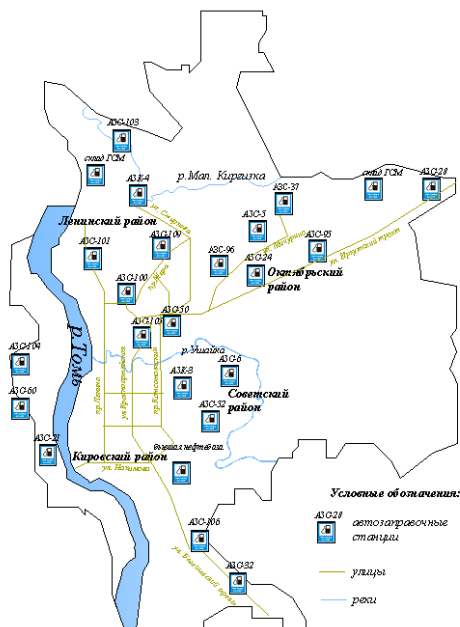


Рис. 1. Схема размещения исследуемых площадок АЗС, АЗК и складов ГСМ на территории г. Томска

Лабораторные исследования по определению содержания нефтепродуктов в грунтах и подземных водах проводились в лабораториях ОАО «Томскгеомониторинг» и в Томской лаборатории аналитического контроля ОГУ «Облкомприрода», по определению показателей состава и свойств грунтов проводились в лабораториях «Грунтоведение и механика грунтов» Томского политехнического университета, ОАО «ТомскТИСИЗ», ОАО «Томгипротранс», в соответствии с методиками, изложенными в ГОСТ 5180–84, 12248–2010, 12536–79, 24143-80, 9.015-74. Химический состав подземных вод определялся в аккредитованной проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода»

Томского политехнического университета. Обработка лабораторных данных проводилась с использованием программ «Statistica» и «Microsoft Excel». Графические материалы создавались с помощью программ «CorelDRAWX3», «Surfer 8», «AutoCAD» и др.

Научная новизна работы. Впервые для территории г.Томска выявлено три типа распределения НП в грунтах. Установлено, что главными факторами, обуславливающими неравномерность загрязнения, являются объемы оборота НП, геологическое строение территории, глубина залегания грунтовых вод, состав, состояние и свойства грунтов и рельеф местности. Проведена оценка степени загрязнения подземных вод на территории АЗС и АЗК: установлено превышение ПДК нефтепродуктов в водах, характерных для 95 % исследованных АЗС и АЗК. Наряду с увеличением содержания нефтепродуктов, наблюдается изменение макро- и микрокомпонентного состава подземных вод. Впервые количественно оценено и изучено воздействие НП на физико-механические свойства грунтов: установлено наибольшее негативное воздействие на их прочностные и деформационные свойства. Разработаны экологические критерии для оценки устойчивости геологической среды к загрязнению НП. Составлена карта устойчивости геологической среды г. Томска для оптимального размещения вновь строящихся АЗС и АЗК.

Апробация результатов работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на Международных научных симпозиумах, конференциях, совещаниях: Международном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007 гг.), Второй Международной научно-практической конференции «Новые технологии в решении экологических проблем ТЭК» (Москва, 2007 г.), Международной научно-практической конференции «Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона» (Омск, 2006г.), Научно-технической конференции «Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований» (Иркутск, 2004г.), Международной школо-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2003г.), Международной научно-практической конференции «Современное состояние, тенденции и перспективы развития гидрогеологии и инженерной геологии» (Санкт-Петербург, 2012 г.). Две работы опубликованы за рубежом и 2 статьи в рецензируемых журналах ВАК.

Отдельные разделы работы использовались при выполнении проекта по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (мероприятие 1.9), ГК № 11.519.11.6044.

Практическое применение и значимость работы. Результаты работы по содержанию НП в грунтах и подземных водах на площадках АЗС и АЗК могут быть использованы при экологическом контроле и мониторинге на территориях хранения нефти и нефтепродуктов. Полученные закономерности распределения НП в грунтах по разрезу необходимы для прогноза загрязнения геологической среды при строительстве новых АЗС. Созданная на основе полученных данных карта устойчивости позволяет рационально размещать АЗС на территории г. Томска, уменьшить риск загрязнения НП геологической среды. Кроме того, данная карта найдет свое применение при территориальном планировании освоения новых территорий, особенно в районе расположения Томского водозабора.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. Объем работы составляет 143 страницы, включая 46 таблиц и 33 рисунка. Список литературы состоит из 120 источников, в том числе иностранных.

В главе 1 рассмотрено состояние изученности проблемы загрязнения геологической среды нефтепродуктами. Выполнен анализ проведенных исследований по изучению влияния НП на состав и физико-механические свойства грунтов и качество подземных вод, действующих нормативно-методических документов по размещению, строительству и эксплуатации АЗС.

В главе 2 приведена характеристика физико-географических, геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий территории г. Томска, формирующих характер геологической среды.

Глава 3 посвящена описанию состояния компонентов геологической среды в пределах площадок АЗС. Приводятся данные по содержанию НП в грунтах и подземных водах. Проанализировано их изменение по разрезу, в связи со сроками использования НП, геологическим строением территории, глубиной

залегания грунтовых вод, составом, состоянием и свойствами грунтов и рельефом местности.

В главе 4 приведена оценка влияния нефтепродуктов на физико-механические свойства грунтов и качество подземных вод. Детально охарактеризованы гранулометрический состав, физические, деформационные и прочностные свойства, набухание и электрическое сопротивление грунтов, до и после загрязнения их НП, приведена характеристика макро- и микрокомпонентного состава подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта, загрязненных НП.

В главе 5 обоснован выбор главных критериев оценки устойчивости геологической среды к загрязнению нефтепродуктами, дана их детальная характеристика, балльная оценка каждого критерия и суммарная балльность для выявления их роли в определении степени воздействия на геологическую среду нефтепродуктов. Приводится типизация геологической среды по степени воздействия нефтепродуктов и карта районирования территории г.Томска по степени устойчивости к загрязнению НП и характеристика таксонов.

Личный вклад соискателя в получение результатов, изложенных в диссертации, заключается в непосредственном участии в отборе проб грунтов и подземных вод, экспериментальном исследовании состава и физико-механических свойств грунтов, статистической обработке материала, в интерпретации полученных данных, сформулированных выводах, оценке степени загрязнения территорий АЗС, АЗК и построении карты устойчивости геологической среды к загрязнению НП.

Благодарности. За высокие требования к работе и бесценные советы автор выражает искреннюю благодарность и признательность научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору С.Л. Шварцеву и консультанту кандидату геолого-минералогических наук, доценту Т.Я. Емельяновой, влияние которых на формирование научного мировоззрения автора значительно.

Отдельную признательность за помощь, оказанную в сборе информации хочется выразить сотрудникам геологических предприятий: ОАО «ТомскТИСИЗ», в лице генерального директора О.В. Шмачкова, ОАО «Томгипротранс», в лице начальника отдела инженерной геологии А.В. Сайковского, ОАО «Томскгеомониторинг», в лице генерального директора, кандидата геолого-минералогических наук В.А. Льготина, кандидата геолого-минералогических наук Ю.В. Макушина, ОАО «Томскнефтепродукт ВНК», в лице главного инженера Н.Н. Шкарпетина.

За содействие в проведении исследований глубокую признательность автор выражает сотрудникам, кандидатам геолого-минералогических наук, проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода», в лице Ю.Г. Копыловой, А.А. Хвацевской, Н.В. Гусевой и заведующей лабораторией «Грунтоведение и механика грунтов» кандидату геолого-минералогических наук, доценту Крамаренко В.В.

В процессе работы автор обращался за советами и консультациями к докторам геолого-минералогических наук Л.А. Строковой, Е.М. Дутовой, В.К. Попову, Л.П. Рихванову, С.И. Арбузову, доктору географических наук О.Г.

Савичеву, кандидатам геолого-минералогических наук О.Ф. Зятевой, К.И. Кузеванову, А.Д. Назарову, А.Н. Никитенкову, старшему преподавателю кафедры ГИГЭ А.В. Леоновой. Всем им автор приносит искреннюю благодарность.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПОЛОЖЕНИЕ 1. АЗС и АЗК на территории г.Томска являются источниками загрязнения грунтов и подземных вод. Содержание нефтепродуктов в грунтах этих территорий достигает 7250 мг/кг, при фоне – 151 мг/кг. Характер их распределения в грунтах по глубине – неравномерный, определяется объемами оборота НП, геологическим строением территории, глубиной залегания грунтовых вод, составом, состоянием и свойствами грунтов, рельефом местности. Уровень загрязнения подземных вод нефтепродуктами в пределах АЗС составляет 0,5–50 мг/дм³, максимальные значения превышают 5000 мг/дм³. Масштаб загрязнения подземных вод определяется степенью их защищенности от загрязнения НП с поверхности.

Особенностью района исследований является: 1) расположение города Томска на разных типах рельефа: водосборной поверхности с выраженными склонами, трех надпойменных и пойменной террасах с хорошо выраженными уступами; 2) преимущественно песчано-глинистый состав отложений верхней части геологического разреза; 3) неглубокое залегание уровня грунтовых вод четвертичного комплекса (6-30 метров). Все перечисленные условия, а также территориальное размещение АЗС и АЗК (приуроченность ко всем выше упомянутым типам отложений, типам рельефа), обуславливают неравномерное загрязнение грунтов и подземных вод.

Анализ данных по содержанию нефтепродуктов в грунтах показывает, что их значения изменяются в широких пределах: от десятков до нескольких тысяч мг/кг (табл.1). Загрязнение фиксируется до глубины 20 и более метров.

Такой разброс концентраций НП связан, в первую очередь, с возможной аварийностью при эксплуатации АЗС и АЗК. Так, в грунтах территории АЗК-3 на 1995 год максимальное содержание НП составило 84 мг/кг, а в 1999 году – уже 977 мг/кг (табл.1).

Таблица 1

Содержание нефтепродуктов в грунтах

Местоположение точки отбора проб		Год начала эксплуатации АЗС	Концентрация нефтепродуктов, мг/кг min – max	Число проб	Фоновое значение, мг/кг
АЗК – 3	г. Томск, ул. Герцена,74а	н.д.	<50–84 (1995 год) <50–977 (1999 год)	21	151
АЗС – 24	г. Томск, Иркутский тракт,75	1977	<50–818	22	
ГСМ	Речной порт	н.д.	<50	19	
АЗС – 5	г. Томск, ул. Парковая,32	1973	<50–1305	12	
АЗК – 4	г. Томск, ул. Смирнова,45	1971	<50–4882	55	
АЗС – 21	г. Томск, Сенная Курья,5	1974	<50	9	
Нефтебаза	Пл.Южная	1933–2000	<50–1950	13	
ГСМ	Приборный завод	1970	2186,5– 7257	6	
АЗС – 104	г. Томск, п. Тимирязево	н.д.	<50–152	3	

Примечание: Таблица составлена по данным автора, ОАО «ТомскТИСИЗ», ОАО «Томгипротранс», н.д. – нет данных, фоновое рассчитано в соответствии с РД 52.24.309-92.

Кроме того немаловажную роль играет *геологическое строение территорий АЗС и АЗК, гидрогеологические условия, проницаемость отложений, глубина залегания грунтовых вод и рельеф и геоморфологические условия местности.* Эти факторы в значительной мере определяют не только распределение нефтепродуктов по разрезу, но и места их концентрации.

Детальный анализ распределения нефтепродуктов по глубине показал, что в результате их фильтрации обычно формируется два максимума загрязнения грунтов: 1) вблизи поверхности; 2) в зоне колебаний уровня грунтовых вод (рис.2). Поскольку подавляющее большинство НП имеют плотность меньше плотности воды (плотность бензинов составляет $0,73-0,87 \text{ г/см}^3$), они могут накапливаться на поверхности грунтовых вод, образуя «линзы».

Количество максимумов загрязнения может быть и больше в зависимости от литологического состава пород зоны аэрации, ее строения, и, как следствие, разной сорбционной способности и проницаемости грунтов, их пористости и содержания в них воды – влажности.

Так, если строение зоны аэрации характеризуется однородными хорошо проницаемыми отложениями (средне - крупнозернистые пески, гравий, галечники), НП фильтруются практически вертикально и быстро достигают уровня грунтовых вод, при этом сорбционная способность этих грунтов невелика, что приводит к сравнительно небольшой концентрации НП в них, достигая максимума в пределах залегания уровня грунтовых вод (рис.3).

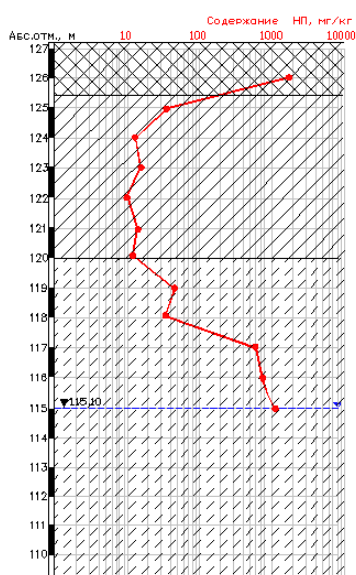


Рис. 2. Распределение концентраций НП в разрезе отложений на территории АЗК-3

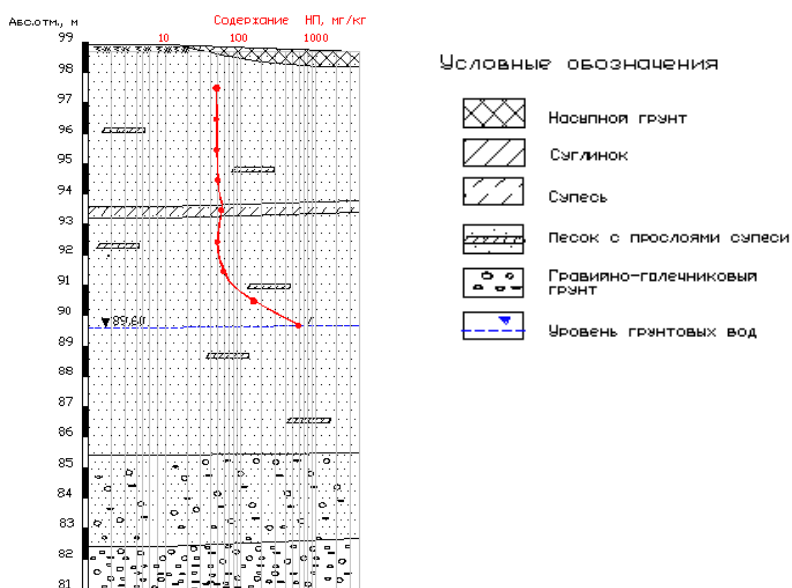


Рис. 3. Распределение концентраций НП в разрезе отложений на территории АЗС-104

В случае, если зона аэрации сложена однородными слабопроницаемыми породами (суглинки, супеси, глины), наблюдается постепенное уменьшение концентрации НП по глубине. В этом случае доля НП, участвующих в сорбции, увеличивается, и соответственно растет их концентрация в грунтах, а в подземных водах уменьшается. Переслаивание грунтов разного состава

приводит к неравномерному распределению НП по разрезу и развитию загрязнения в латеральном направлении (рис. 4).

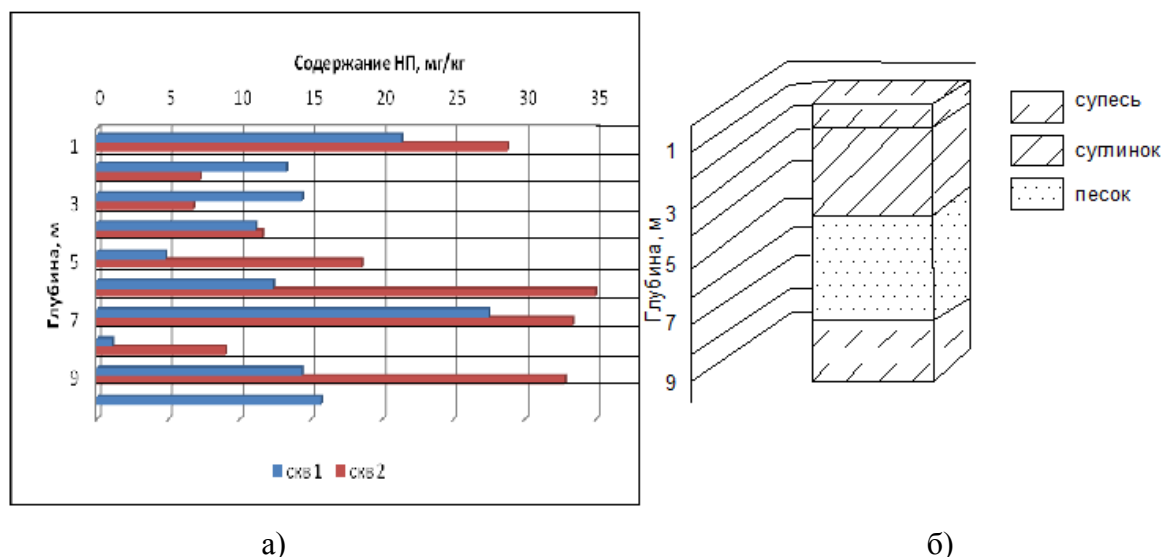


Рис. 4. Распределение содержания НП в грунтах по глубине (а) и характер литологического разреза (б)

В целом, для территории г. Томска можно выделить 3 типа распределения нефтепродуктов в грунтах: 1) незакономерное распределение НП по разрезу, 2) уменьшение концентрации НП с глубиной в грунтах, 3) характеризующееся увеличением содержания НП с глубиной.

Другим важнейшим фактором, определяющим распределение НП является рельеф, вследствие чего ореол загрязнения может значительно превышать площадь самой АЗС (рис.5). Например, площадь ореола распространения загрязнения на АЗС-24, расположенной на бровке склона водораздела (на 1997 год) составила 32 488 м², при площади самой АЗС – не более 100 м².

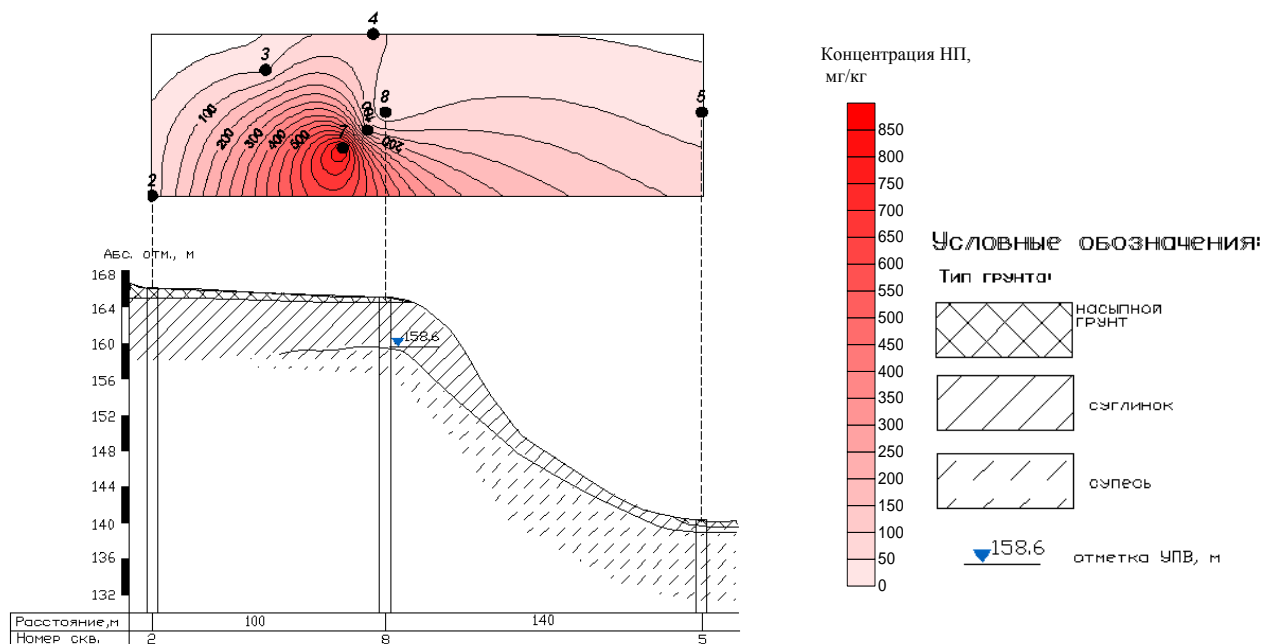


Рис. 5. Ореол распространения НП в суглинках (АЗС-24)

Также необходимо отметить роль приуроченности АЗС и АЗК к геоморфологическим элементам. Так для грунтов и подземных вод территорий

АЗС-21 по ул. Сенная курья и ГСМ в районе речного порта (расположенных в пойме реки Томи), характерно незначительное накопление НП в песчано-гравийных грунтах (не более 50 мг/кг) (табл. 1) и подземных водах (до 5 мг/дм³), за счет их более быстрой миграции относительно террас и водораздела.

В пределах территорий АЗС и АЗК подземные воды четвертичных отложений характеризуются пестротой химического состава, что связано со значительной степенью техногенного воздействия от АЗС и АЗК, вследствие близкого их залегания относительно дневной поверхности. Тип воды, загрязненной НП, изменяется от типичного гидрокарбонатного кальциевого до хлоридного натриевого, минерализация колеблется от 0,1 до 1,1 г/л.

На рисунке 6 приведены графики изменения концентраций нефтепродуктов в подземных водах в наблюдательных скважинах АЗС и АЗК за 2006–2012 годы. Из приведенных данных видно, что подземные воды 95 % исследованных АЗС и АЗК содержат нефтепродукты выше ПДК (в среднем значения изменяются в пределах 0,05–50 мг/дм³ при ПДК 0,1 мг/дм³).

Максимальные концентрации НП (500 – более 7000 мг/дм³) характерны для подземных вод АЗС-24, АЗК-3, АЗС-28, срок службы которых более 30 лет (рис. 6).

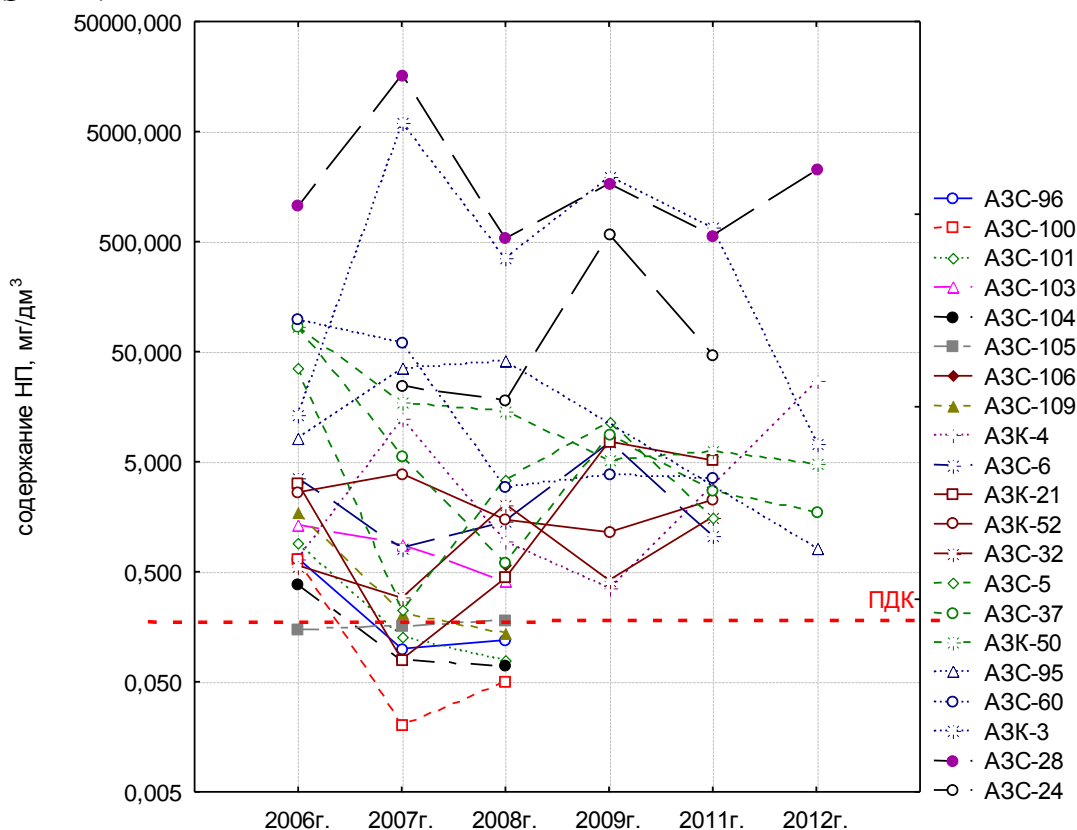


Рис. 6. Содержание нефтепродуктов в подземных водах территорий АЗС и АЗК

Кроме того, выявлено влияние на концентрацию НП литологического состава грунтов, слагающих разрез зоны аэрации, глубины залегания уровня грунтовых вод, что выражается в степени их защищенности. Согласно методике, разработанной В.М.Гольдбергом, защищенность подземных вод территорий АЗС и АЗК соответствует I–III категориям (от наименьшей до средней, табл. 2).

Анализ временной динамики загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами показал отсутствие явной зависимости между временем эксплуатации АЗС, АЗК

и количеством НП в грунтовых водах, что обусловлено поступлением нефтепродуктов в подземные воды преимущественно за счет аварийных утечек (рис.6).

Таблица 2

Оценка защищенности подземных вод территорий АЗС и АЗК г. Томска
(по методике В.М. Гольдберга)

Объект	Литологическое описание – мощность, м	Литологическая группа	Балл	Глубина залегания уровня грунтовых вод	Балл	Суммарный балл	Категория защищенности подземных во
АЗС-35	Суглинок – 11,5 Песок – 2,5	a b	9 2	14	2	13	III категория
АЗС-4	Переслаивание супесей и песков – 10,0	a	5	10,7	2	7	II категория
АЗС-6	Кора выветривания – 13,0	c	10,0	8,7	1	11	III категория
АЗС-104	Пески – 3,0 Суглинки, супеси – 5,0	a	4	8	1	5	I категория
АЗС-95	Суглинки, супеси – 12	a	6	11,8	2	8	II категория
АЗС-3	Насыпной грунт – 2,8 Супесь, суглинок – 6,0	a	4	8,0	1	5	I категория
АЗС-106	Суглинок – 5 Глина – 15	b	15	18	2	17	IV категория
АЗС-100	Суглинок – 5 Глина – 5	b	7	8	1	8	II категория
АЗС-101	Суглинок с прослоями песка – 7	a	3	5	1	4	I категория
АЗС-109	Суглинок, глина – 20	b	15	20	2	17	IV категория
АЗС-21	Суглинок – 6,5 Гравийно-галечниковый грунт – 3,5	a	5	10,2	2	7	II категория
АЗС-5	Суглинок – 3,0 Глина – 5,5 Суглинок – 3,0	b	9	11,6	2	11	III категория

Выполненный нами анализ, включающий: 1) срок эксплуатации АЗС и АЗК; 2) расстояние до наиболее уязвимых объектов окружающей среды; 3) глубину до уровня грунтовых вод территорий АЗС и АЗК, в соответствии с методическими рекомендациями по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами (утв. МПР РФ), показал, что 70 % исследованных АЗС и АЗК относятся к потенциально опасным объектам.

Кроме того, АЗС-104 (п. Тимирязево) находится в третьем поясе зоны санитарной охраны Томского водозабора. По данным ОАО «Томскгеомониторинг» в наблюдательной скважине 29 р, находящейся вблизи данной АЗС, установлено загрязнение грунтовых вод четвертичного комплекса нефтепродуктами (на 1994 г концентрация НП составляла 0 мг/л, а в 2012 г – 0,097 мг/л). Также установлено снижение уровня грунтовых вод четвертичного комплекса (на 2,95 м с 1962 по 2013 годы). Снижение уровня подземных вод палеогеновых отложений практически не зарегистрировано. Приведенный пример свидетельствует о наличии перетока подземных вод в палеогеновый комплекс из водоносного комплекса четвертичных отложений через гидрогеологические окна. Таким образом, возможно загрязнение подземных вод используемых для питьевого водоснабжения г. Томска нефтепродуктами.

ПОЛОЖЕНИЕ 2. Влияние АЗС и АЗК проявляется в изменении свойств грунтов и состава подземных вод. При загрязнении нефтепродуктами глинистых грунтов наблюдается изменение их механических свойств, что выражается в увеличении значений показателей сжимаемости, снижении сцепления и угла внутреннего трения. Для подземных вод, загрязненных НП характерно превышение фоновых концентраций ряда макро- и микрокомпонентов таких как: нефтепродуктов, хлора, сульфатов, свободной углекислоты и свинца и др.

Механические свойства грунтов являются наиболее важными параметрами их инженерно-геологической оценки. В этой связи, в работе наибольшее внимание уделено влиянию НП на такие показатели свойств грунтов как: модуль деформации при нагрузке 0,25-0,3 МПа, модуль осадки под нагрузкой от 0,05 до 0,3 МПа, сцепление и угол внутреннего трения. Кроме того, исследованы набухаемость и электрическое сопротивление грунтов до и после загрязнения их НП. Образцы грунтов для анализа, представленные суглинком и супесью, были отобраны с площадок по ул. Московский тракт, п. Просторный, пл. Южной г. Томска.

Как показывают данные таблицы 3, для грунтов загрязненных НП, наблюдается снижение значений удельного сцепления (на 12,5% для суглинка и более чем на 30 % для супеси) и угла внутреннего трения (на 10% для суглинка и более 20 % для супеси). Данное изменение связано с рядом факторов: 1) изменением физического состояния загрязненных грунтов (консистенции), так как при загрязнении происходит дополнительное увлажнение; 2) адсорбцией НП на минеральной поверхности частиц, и как следствие – своеобразной «смазкой» частиц грунта НП.

При изучении влияния НП на компрессионные свойства суглинка установлена следующая закономерность:

- грунт (суглинок мягкопластичный) с влажностью 22% в естественном состоянии сжимается в два раза меньше (модуль осадки изменяется от 38 мм/м незагрязненного грунта до 59 мм/м под воздействием НП, при нагрузке 0,3 МПа), чем этот же грунт после воздействия на него нефтепродуктов (табл. 4),

- грунт (суглинок мягкопластичный) с влажностью 25,4% при небольших нагрузках сжимается менее, чем естественный грунт, а сжимаемость начинает увеличиваться при нагрузках от 0,2 МПа (табл. 4),

- сжимаемость грунта с влажностью 37% (суглинок текучепластичный) до конечной нагрузки 0,4 МПа после воздействия бензина в течение 2 недель значительно меньше (модуль осадки 56,4 мм/м, при нагрузке 0,3 МПа), чем сжимаемость этого же грунта в естественном состоянии (модуль осадки 80,4 мм/м, при нагрузке 0,3 МПа) (табл. 4).

Таким образом, сжимаемость загрязненных грунтов зависит от количества НП, которая в свою очередь определяется влажностью. В целом, для загрязненных НП грунтов характерно уменьшение значений модуля деформации (увеличении сжимаемости).

Таблица 3

Изменение прочностных свойств грунтов под воздействием НП

Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Удельное сцепление грунта в естественном состоянии, Кпа, <u>min-max</u> среднее	Удельное сцепление грунта, загрязненного НП, Кпа <u>min-max</u> среднее	Угол внутреннего трения грунта в естественном состоянии, градус <u>min-max</u> среднее	Угол внутреннего трения грунта, загрязненного НП, градус <u>min-max</u> среднее	Содержание НП, мг/кг
Суглинок тугопластичный (8)	<u>23,0 – 31,7</u> 27,2	<u>22,0 – 25,0</u> 23,8	<u>17,0 – 26,0</u> 22,6	<u>17,0 – 24,0</u> 20,1	500
Суглинок твердый* (6)	<u>14,0 – 20,0</u> 18,0	<u>10,0 – 15,0</u> 13,0	<u>23,0 – 31,0</u> 29,5	<u>22,0 – 26,0</u> 23,5	400 - 1700
Супесь твердая (15)	<u>14 – 20</u> 17,6	<u>8 – 16</u> 11,86	<u>23 – 33</u> 29,8	<u>22 – 26</u> 23,8	500

Примечание: * данные по изучению грунтов, полученные Томскими геологическими предприятиями, при изысканиях под реконструкцию автозаправочных станций, сопоставленные с результатами изучения таких же грунтов на участках с отсутствием объектов НП; в скобках приведено количество определений.

Таблица 4

Модуль осадки грунтов с разной начальной влажностью

Вертикальное давление, Мпа	Модуль осадки грунта в естественном состоянии, мм/м			Модуль осадки грунта загрязненного НП, мм/м		
	Влажность, 22%	Влажность, 25,4%	Влажность, 37%	Влажность, 22%	Влажность, 25,4%	Влажность, 37%
0,05	16	31,6	18,4	23,2	19,2	20,4
0,10	21,6	43,2	34,4	29,2	38,8	33,2
0,15	26,8	50,8	43,2	38,8	50	37,6
0,20	30	56	51,6	42	61,6	42
0,30	34	65,6	68,4	48,4	76	48,8
0,40	38	71,6	80,4	59,2	91,6	56,4

Набухание грунта в воде значительно превышает набухание грунта в бензине (рис. 7), в связи с тем, что пленки НП могут покрывать частицы и агрегаты глинистых частиц грунта, вызывая их гидрофобизацию.

Как известно, природные воды, находящиеся в порах грунтов, представляют собой природный электролит различного состава. Для него характерна ионная электропроводность. Удельное сопротивление природных вод в зависимости от их химического состава и концентрации изменяется в широких пределах (от 10^{-2} до 10^3 Ом•м и более) и уменьшается с увеличением степени минерализации природных вод и влажности. Для грунтов, загрязненных нефтепродуктами выявлено снижение удельного электрического сопротивления (рис. 8), что, по всей видимости, связано с изменением солености поровых вод вследствие загрязнения их НП.

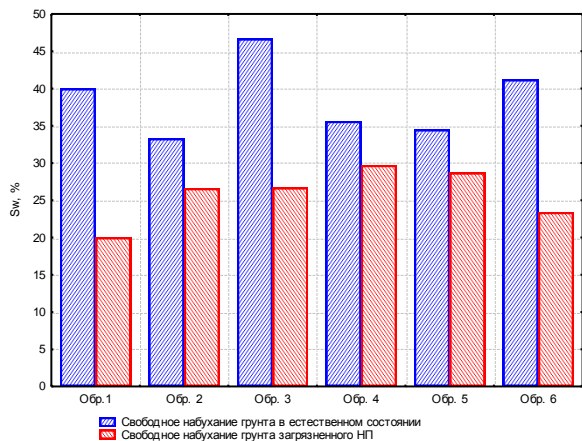


Рис. 7. Свободное набухание грунта

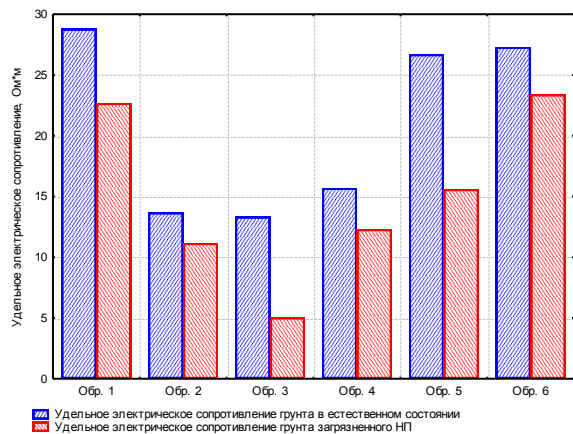


Рис. 8. Удельное электрическое сопротивление грунта

Значения концентраций основных элементов в загрязненных подземных водах приведены в таблицах 5 и 6. По результатам проведенных исследований в водах четвертичного горизонта были выявлены превышения ПДК для всех анализируемых проб по *нефтепродуктам*, в некоторых пробах наблюдается превышение ПДК по *свинцу* и *натрию* (табл. 6). Для АЗС и АЗК введенных в эксплуатацию после 2000 года (н-р: АЗК-50 работает с 2002 года) характерно содержание свинца меньше ПДК, что можно объяснить тем, что с 1 июля 2003 года, согласно закону, принятому Госдумой РФ, в России запрещаются производство и оборот этилированного бензина.

Полученные результаты значительно отличаются от фоновых значений, характерных для подземных вод поймы и надпойменных террас и водораздела (вне территорий АЗС) (таблица 5). Для вод, загрязненных нефтепродуктами, характерно снижение значений рН относительно фона, что говорит об увеличении их кислотности. Значительные превышение фона наблюдается для следующих компонентов загрязненных подземных вод: хлор, сульфаты, свободная углекислота.

Таблица 5

Сравнительная характеристика химического состава нефтезагрязненных подземных вод с фоновыми

Компоненты		Содержание (минимальное – максимальное)			
		Пойма и надпойменные террасы		Водораздел	
		фоновое	загр. НП	фоновое	загр. НП
рН	МГ/ДМ ³	7,2 (1262)	6,68-6,76	7,64 (488)	5,91-6,15
Na ⁺	МГ/ДМ ³	7,6 (1249)	4,15-46	8,5 (483)	5,27-40
K ⁺	МГ/ДМ ³	1,11 (137)	2,23-5,43	0,94 (87)	2,22-5,1
Ca ²⁺	МГ/ДМ ³	28,6 (1264)	60-148	44,9 (487)	18-24,2
Mg ²⁺	МГ/ДМ ³	7,3 (1240)	9,76-80,52	13,3 (483)	1,22-3,54
NH ₄ ⁺	МГ/ДМ ³	0,65 (1151)	1,58-5,69	0,7 (473)	0,53-2,44
Cl ⁻	МГ/ДМ ³	5,3 (1263)	19,5-101,2	3,5 (482)	19,52-62,5
SO ₄ ²⁻	МГ/ДМ ³	4,51 (513)	<2-27,6	2,69 (92)	<2-2,04
NO ₂ ⁻	МГ/ДМ ³	0,3(170)	0,01-0,025	0,2 (91)	0,025-0,112
NO ₃ ⁻	МГ/ДМ ³	2,0 (269)	0,51-2,46	1,0 (57)	0,32-0,37
HCO ₃ ⁻	МГ/ДМ ³	158,6 (1265)	180-810	274,6 (487)	42,7-98
CO ₂ св	МГ/ДМ ³	17,1 (40)	132-176	19,6 *	35,2-61,6
Общая жесткость	МГ-ЭКВ/ДМ ³	3,0(1256)	3,8-14	4,4 (486)	1,0-1,5
Минерализация	МГ/ДМ ³	97,5(1256)	303-1191	224 (461)	91-233

Примечание: в качестве фонового взяты средние значения компонентов выборки данных ОАО «Томскгеомониторинг», Дутовой Е.М., Кузеванова К.И., Покровского Д.С., Наливайко Н.Г., Безруковой О.А., Федоровой В.П., по данным ОАО «ТомскТИСИЗ»; в скобках количество проб

Таблица 6

Химический состав подземных вод, загрязненных НП

Компонент	АЗС-28 мг/дм ³	АЗС-37 мг/дм ³	скв.Н-1 АЗК-4	скв.9 АЗК-4	скв.6 АЗК-4	скв.3 АЗК-4	скв. АЗС-60	скв. АЗК-3	скв. АЗК-50	скв. АЗК-4	ПДК по СанПиН 2.1.4.1074- 01
Индекс водоносного горизонта	¹ Q _{III}	Q _{I-II} d	³ Q _{III}				Q _{IV}	Q _{Екс}	Q _{Екс}	³ Q _{III}	
рН, ед. рН	6,68	6,27	6,48	7,57	7,59	7,81	6,76	5,91	6,15	8,67	в пределах 6-9
Удельная электрическая проводимость, mS/cm	0,42	0,128	0,338	0,244			1,292	0,301	0,1		
Гидрокарбонат – ион, мг/дм ³	180	61	165	166	315	335	810	98	42,7	480	
Карбонат–ион, мг/дм ³	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	36	
Углекислота св. , мг/дм ³	176	35,2	48,4	3,52			132	61,6	37,84	<3	
Аммоний–ион, мг/дм ³	5,69	0,1	0,33	0,066	0,57	0,04	1,58	2,44	0,53	0,41	
Нитрит–ион, мг/дм ³	<0,01	0,037	<0,01	0,25	0,19	2,43	0,025	0,025	0,112	0,09	3,0
Нитрат–ион, мг/дм ³	2,46	0,25	0,14	0,59	9,2	4,04	0,51	0,37	0,32	1,41	
Сульфат–ион, мг/дм ³	27,6	2,23	<2	<2	90	27,6	<2	<2	2,04	<2	
Хлорид–ион, мг/дм ³	19,5	19,5	64	23,1	510	49	101,2	62,5	19,52	254	
Фосфат–ион, мг/дм ³	0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,003	0,005	0,014	<0,01	<0,01	0,01	
Общая жесткость, °Ж, мг-экв/дм ³	3,8	1,1	3,7	1,4	6,6	2,44	14	1,5	1,0	8,3	7,0
Кальций, мг/дм ³	60	20	44	24	95	39	148	24,2	18	80	
Магний, мг/дм ³	9,76	1,22	18,3	2,44	22,73	7,83	80,52	3,54	1,22	52,46	
Натрий , мг/дм ³	4,15	10,3	17,1	40	330	111	46	40	5,27	197	200
Калий, мг/дм ³	2,23	1,33	2,5	9	19	7,34	5,43	5,1	2,22	4,1	
Минерализация по сумме солей, мг/дм ³	303	116	311	264	1382	574	1191	233	91	1104	1000
Нефтепродукты, эмульсия, мг/дм ³	2250	1,75	0,54	0,298	0,601	0,915	0,833	7,41	4,8	27,5	0,1
Нефтепродукты, объёмн %	7,98							8,42			
Литий, мг/дм ³	0,003	0,002	0,007	0,001	0,0012	0,0009	0,005				0,03
Цинк, мг/дм ³	0,22	0,055	0,5	0,22	0,11	0,58	0,36	0,089	0,068	0,26	5,0
Кадмий, мг/дм ³	<0,0002	<0,0002	0,00021	<0,0002	<0,0002	0,00022	0,00056	<0,0002	<0,0002	0,0009	0,001
Свинец, мг/дм ³	0,21	0,018	0,05	0,038	0,0045	0,029	0,076	0,0045	0,0059	0,0092	0,03
Медь, мг/дм ³	0,52	0,029	0,11	0,06	0,022	0,19	0,056	0,2	0,024	0,57	1,0

Примечание: красным цветом выделены значения превышающие ПДК

ПОЛОЖЕНИЕ 3 Экологическая устойчивость геологической среды к углеводородному загрязнению в условиях г. Томска определяется: составом и проницаемостью грунтов, их сорбционной емкостью, изменением состояния и свойств грунтов при взаимодействии с нефтепродуктами; рельефом местности и глубиной залегания уровня грунтовых вод. На основе анализа данных факторов в пределах территории г. Томска выделено 3 типа геологической среды с высокой, средней и низкой степенью устойчивости. Наиболее низкая степень устойчивости характерна для пойм и надпойменных террас, наиболее высокая степень устойчивости – для выровненных водораздельных поверхностей.

Оценка устойчивости геологической среды в условиях техногенеза является фундаментальной в проблеме обеспечения экологической безопасности размещения АЗС и АЗК на территории городов. Интерпретация термина «устойчивость» приводится в работах Г.А. Голодковской, М.А. Глазовской, Г.К. Бондарика, В.Т. Трофимова, Ю.Г. Липец, Ю.Г. Пузаченко, А.Д. Арманда и др. Смысловая нагрузка этого термина – различна, фактически сводится к трем направлениям: 1) способность сохранять определенные параметры; 2) способность изменяться в пределах определенных допустимых норм; 3) способность компенсировать возмущение и возвращаться в исходное состояние.

Вслед за Г.А. Голодковской, 1989 г, под устойчивостью геологической среды нами предлагается понимать способность массивов горных пород и подземных вод сопротивляться внешним воздействиям без перехода в новое качество (в пределах определенных допустимых норм).

В основу оценки устойчивости геологической среды территории г.Томска положен алгоритм, предложенный Г.А. Голодковской, 1989 г, Т.Г. Рященко, 2010 г, который базируется на учете типов строения геологической среды, а затем выявлении, оценке и прогнозе антропогенных изменений в этой конкретной системе. В соответствии с предложенной методикой, нами была выполнена типизация грунтовых толщ территории г. Томска, которая впоследствии явилась основой для районирования территории по степени устойчивости геологической среды к углеводородному загрязнению.

В качестве основных критериев для типизации грунтовой толщи глубиной до 20 м, взяты петрографический состав грунтов и их проницаемость. Картографирование типов грунтовых толщ выполнено нами на основе анализа карт инженерно–геологических условий масштабов 1:25000 и 1:10000 г. Томска, геологических разрезов по большому количеству скважин. Анализ состава техногенных отложений мощностью до 3 метров в характеристике типов не учитывался. Использована классификация грунтов согласно ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация.

Для территории г. Томска выделено 7 типов грунтовых толщ по составу и проницаемости грунтов (рис 9).

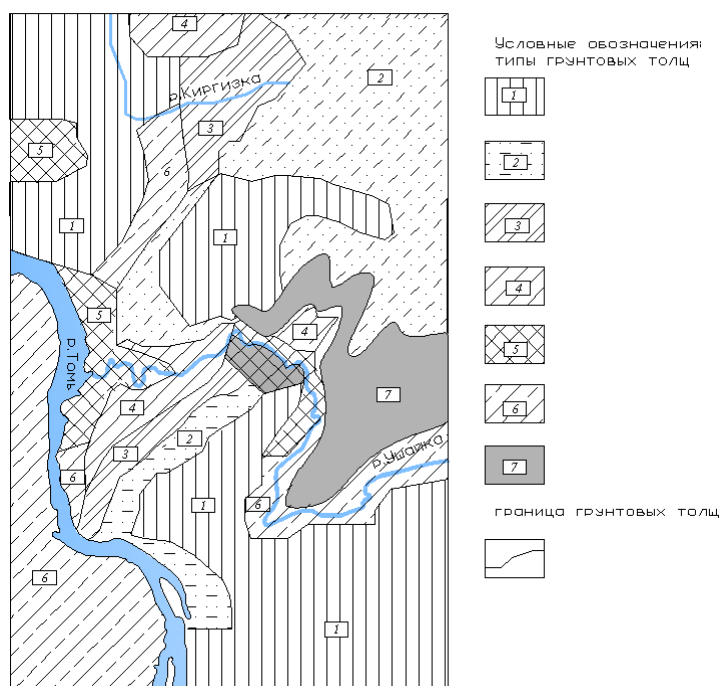


Рис. 9. Карта-схема типизации грунтовой толщи по строению разреза и составу пород территории г. Томска

К **1-му типу** отнесены преимущественно глинисто-суглинистые грунты, мощностью 17–18 м подстилаемые песчаным грунтом. Данный тип занимает значительные площади на севере и юге территории г. Томска, приурочен к водораздельным поверхностям.

2-ой тип – разрез представляет собой пере-слаивание суглинков, супесей, песков. Данный тип, также как и первый приурочен к водораздельным поверхностям, располагается в центральной части г. Томска.

3-ий тип – двухслойная толща: суглинки мощностью 5–10 м, подстилаются песчаным

грунтом мощностью более 10 м. Приурочен к 3 надпойменной террасе р. Томи. В данном типе разреза обнаружено увеличение содержания НП с глубиной.

4-ый тип – представлен суглинками и песками, также как и тип 3, но мощность суглинков меньше. Приурочен ко второй надпойменной террасе.

Анализируя 3-ий и 4-ый тип можно сказать, что для 3-его типа характерно более медленное время инфильтрации НП вниз по разрезу, чем для 4-ого типа, вследствие наибольшей мощности суглинка в верхней части разреза.

К **5-му типу** отнесены техногенные грунты мощностью 3–7 метров, залегающие на суглинках, супесях с линзами торфа и гравийно-галечниковом грунте, переслаивающихся в разрезе.

6-ой тип – супесчано-песчаный разрез. Приурочен ко второй надпойменной террасе и пойме в северной части города.

7-ой тип – суглинок, глины с лигнитами. Приурочен к выходам палеогеновых отложений.

Следуя рекомендациям Г.К. Бондарика, 2007 г и В.Т Трофимова, 2007 г., с некоторой конкретизацией их, для оценки устойчивости геологической среды к техногенному загрязнению нами был использован подход, основанный на суммарном учете частных оценок следующих факторов: *проницаемость грунтов в отношении НП, сорбционная способность грунтов, масштаб изменения состояния и свойств грунтов при взаимодействии с нефтепродуктами, гидрогеологические и геоморфологические условия.*

Проницаемость грунтов оценена по расчетам времени затрачиваемого на фильтрацию нефтепродуктов. Эти расчеты проводились для реальных разрезов зоны аэрации по данным пробуренных скважин.

Расчетная формула (по В.М. Гольдбергу, 1997 г, В.А. Мироненко, В.Г. Румынину, 1998 г) имеет следующий вид:

$$t = \frac{\mu H_0}{k} \left[\frac{m}{H_0} - \ln \left(1 + \frac{m}{H_0} \right) \right]$$

где H_0 – высота столба загрязнителя, м; m – мощность зоны аэрации, м; k – коэффициент фильтрации пород зоны аэрации (м/сут); μ – дефицит насыщения.

В таблице 7 приведены свойства изученных грунтов и непосредственно расчеты времени инфильтрации нефтепродуктов.

Таблица 7

Сравнительная характеристика типов грунтовых толщ по времени инфильтрации нефтепродуктов

Номер типа толщи	Наименование грунта	Влажность W_e , д.е	Пористость n , д.е	Недостаток насыщения μ , д.е	Коэффициент фильтрации k , м/сут	Мощность m , м	Время инфильтрации t , сут
1 тип	суглинки	<u>0,16</u>	<u>0,34</u>	<u>0,18</u>	0,005	20	<u>324,5</u>
		0,33	0,50	0,17			306,5
2 тип	суглинки	0,28	0,40	0,12	0,005	19	200,5
	супесь	0,21	0,38	0,17	0,1	1	0,7
3 тип	суглинки	<u>0,18</u>	<u>0,37</u>	<u>0,19</u>	0,005	10	<u>116,6</u>
	супесь	0,34	0,48	0,14			85,9
4 тип	суглинки	<u>0,13</u>	<u>0,40</u>	<u>0,27</u>	0,1	10	<u>8,3</u>
		0,25	0,43	0,18			5,5
	супесь	<u>0,20</u>	<u>0,41</u>	<u>0,21</u>	0,005	5	<u>39,7</u>
6 тип	супесь	0,27	0,47	0,20	0,1	10	37,8
		<u>0,19</u>	<u>0,40</u>	<u>0,21</u>			<u>6,4</u>
	песок	0,24	0,43	0,19	1	5	0,2
6 тип	супесь	<u>0,09</u>	<u>0,42</u>	<u>0,33</u>	1	10	<u>0,3</u>
		0,15	0,36	0,21			0,2
6 тип	песок	<u>0,19</u>	<u>0,40</u>	<u>0,21</u>	0,1	10	<u>6,4</u>
		0,24	0,43	0,19			5,8
6 тип	песок	<u>0,09</u>	<u>0,42</u>	<u>0,33</u>	1	10	<u>1,0</u>
		0,15	0,36	0,21			0,6

Примечание: в дроби: в числителе – минимальные значения влажности и пористости, в знаменателе – максимальные.

С учетом полученных результатов по расчету времени инфильтрации, нами данный фактор оценен в три балла (максимальные 3 балла присвоены типу грунтовых толщ, время инфильтрации НП в которых более 200 сут) (табл. 8).

Таблица 8

Ранжирование по каждому фактору

По времени инфильтрации НП в грунтах		По сорбционной способности пород		По степени изменения состава и свойств грунтов под воздействием НП		По гидрогеологическим и геоморфологическим условиям грунтов		
Время инфильтрации, сут	Балл	Объем сорбированных НП, л/м ³	Балл	Тип грунта	Балл	Геоморфологический элемент	Глубина залегания уровня подземных вод, м	Балл
менее 100	1	8	4	глинистые	1	пойма	6,1–10	1
100–200	2	15	3	песчаные	2	2–я и 3–я надпойменные террасы	8–12	2
более 200	3	25	2			междуречье	25–30	3
		40	1			выходы скальных грунтов		4

Сорбционная способность. Количество сорбированных нефтяных углеводородов в единице объема грунта зависит от общего свободного объема капилляров, т.е. от гранулометрического состава и влажности. Данный фактор нами оценен максимально в четыре балла (табл.8).

Эксперименты показали, что наибольшему воздействию на состав, состояние и свойства подвергаются глинистые грунты, чем песчаные разновидности (табл. 8). Также в таблице 8 приведена балльная оценка *гидрогеологических и геоморфологических условий*.

Для территории г. Томска на основе анализа ведущих факторов оценки устойчивости геологической среды и ее балльной оценки выделены три типа геологической среды с высокой (более 10 баллов), средней (8-10) и низкой (менее 8) степенью устойчивости к углеводородному загрязнению (табл. 9).

Таблица 9

Оценка устойчивости грунтовых толщ к углеводородному загрязнению

Типы грунтовых толщ	Факторы оценки устойчивости грунтовых толщ к углеводородному загрязнению				Сумма баллов	Степень устойчивости
	Время инфильтрации, сут	Количество сорбированных НП, л/м ³	Степень изменения состава и свойств грунтов под воздействием нефтепродуктов	Геоморфологический элемент залегания уровня подземных вод, м		
3 тип	2	2	1	2	7	низкая
4 тип	1	3	1	2	7	
6 тип	1	3	2	2	7	
1 тип	3	1	1	3	8	средняя
2 тип	3	1	1	3	8	
5 тип	1	4	2	1	8	
7 тип	3	1	2	4	10	высокая

На основе разработанной классификации составлена карта (рис. 10). Содержание этой карты отражает распределение типов природно-технических систем с различной степенью устойчивости к углеводородному загрязнению. Все типы таких систем делятся на три категории: I тип – территории с высокой степенью устойчивости, II тип – со средней степенью устойчивости, III тип – с низкой степенью устойчивости.

Таким образом, территории с низкой степенью устойчивости приурочены к современным отложениям пойм, первой, второй, третьей надпойменных террас рек Томь, Киргизка, Ушайка. Разрез представлен суглинками небольшой мощности (5-10 метров), супесью, песком, с высокой скоростью инфильтрации НП (менее 100 м/сут), средней сорбционной способностью (8-25 л/м³), с неглубоким залеганием уровня грунтовых вод (6-12 метров).

Территории со средней степенью устойчивости приурочены к водоразделу. Преимущественно представлены глинисто-суглинистым разрезом, с высокой сорбционной способностью, более глубоким, в сравнении с территориями низкой степени устойчивости, залеганием уровня грунтовых вод (25-30 м), высокой степенью изменения свойств грунтов.

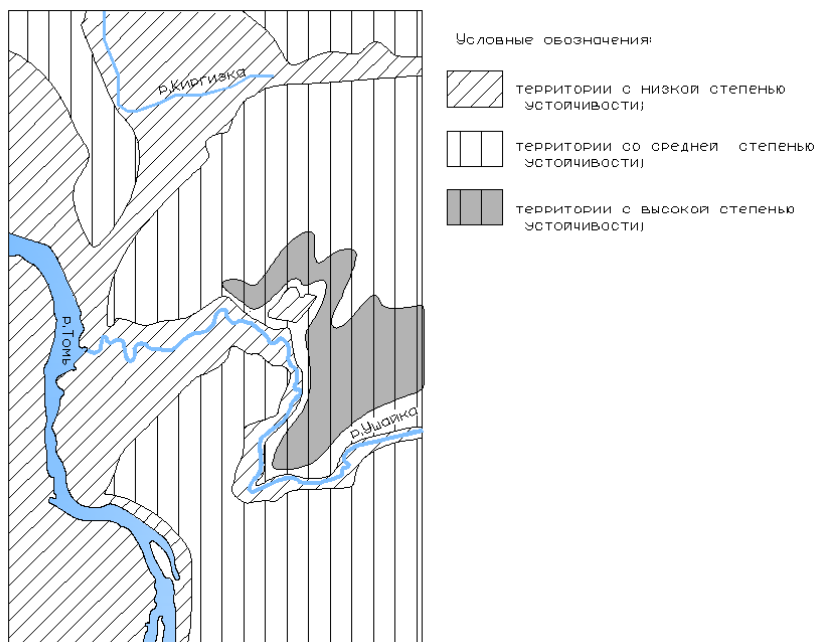


Рис. 10. Карта – схема прогноза устойчивости грунтовых толщ г. Томска к углеводородному загрязнению.

Территории с высокой степенью устойчивости представлены суглинком, глинами с лигнитами. Приурочены к выходам палеогеновых отложений.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполненные исследования позволяют сделать следующие основные выводы и разработать рекомендации.

- Выделено три типа распределения нефтепродуктов в грунтах, в зависимости от объемов оборота НП, геологического строения территории, глубины залегания грунтовых вод, состава, состояния и свойств грунтов и рельефа местности. Полученные данные рекомендуется применять при разработке прогноза загрязнения геологической среды при строительстве новых АЗС и АЗК.

- В грунтовых водах территорий АЗС и АЗК выявлено превышение ПДК нефтепродуктов, свинца, натрия.

- Установлено для грунтов, загрязненных НП, снижение значений прочности, увеличение сжимаемости. Рекомендуется учитывать этот факт при оценке несущей способности грунта.

- Выявлены и научно обоснованы факторы, для оценки устойчивости геологической среды к углеводородному загрязнению. Рекомендуется использовать данные результаты при территориальном планировании при освоении левобережья и в связи с защитой Томского водозабора.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Центральные издания, входящие в перечень ВАК

1. **Бракоренко Н.Н.**, Емельянова Т.Я. Типизация грунтовых толщ по составу и проницаемости в связи с прогнозом загрязнения их нефтепродуктами (на примере г.Томска) //Вестник Томского государственного университета, 2007, – № 302. – с. 215–219.
2. **Бракоренко Н. Н.**, Емельянова Т. Я. Влияние нефтепродуктов на петрографический состав и физико-механические свойства песчано-глинистых грунтов (на примере г. Томска)// Вестник Томского государственного университета, 2011, – №. 342 – с. 197–201.

Издания за рубежом

3. **Бракоренко Н.Н.**, Емельянова Т.Я. Особенности техногенного воздействия автозаправочных станций на состав и свойства грунтов (на примере г. Томска) //Проблемы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций природного, природно-техногенного и техногенного происхождения: Научно-практическая конференция – Одесса, 5–9 окт. 2009. – Крым, Ялта: Экология, наука, техника, 2009. – с. 89–91.
 4. **Бракоренко Н. Н.**, Емельянова Т. Я. Экологическая опасность подтопления территории г.Томска водами, загрязнёнными нефтепродуктами //Подтопление – 2010. Методы, мероприятия, опыт защиты территорий, городов, поселков, объектов от подтопления: материалы 6–ой Международной научно–практической конференции, Киев, 15–16 Декабря 2010. – Киев: Экология, наука, техника, 2010 – с. 26–28.
- ### *Всероссийские конференции и совещания*
5. **Бракоренко Н.Н.** Типизация грунтовых толщ территории г. Томска в связи с прогнозом загрязнения их нефтепродуктами //Проблемы геологии и освоения недр: Сборник научных трудов XI международного симпозиума им. акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» – Томск, ТПУ, 9–14 апр. 2007. –Томск: Изд. ТПУ, 2007. – с. 138–140.
 6. **Бракоренко Н.Н.**, Емельянова Т.Я. Прогноз загрязнения геологической среды нефтепродуктами на примере г. Томска //Новые технологии в решении экологических проблем ТЭК: Вторая Международная научно–практическая конференция – Москва, РГУ нефти и газа им И.М.Губкина, 7–8 февр. 2007. – Москва: РГУ, 2007. – с. 12–14.
 7. **Бракоренко Н.Н.**, Емельянова Т.Я. Экологические аспекты воздействия нефтепродуктов на геологическую среду //Эколого–экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: Труды международной научно–практической конференции – Омск, ОмГПУ, – Омск: ОмГПУ, 2006. – с. 29–32.
 8. **Бракоренко Н.Н.** Зависимость распространения нефтепродуктов в грунтах от их состава (на примере г. Томска) //Проблемы геологии и освоения недр: Труды X международного симпозиума им. акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» – Томск, ТПУ, 3 – 7 апр. 2006. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – с. 130–132.
 9. **Краснощекова Н.Н. (Бракоренко Н.Н.).** Влияние нефтепродуктов на физико-механические свойства грунтов //Труды VII Международного научного симпозиума им. акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» – г. Томск, 2003. – с.174–176.
 10. **Краснощекова Н.Н. (Бракоренко Н.Н.).** Воздействие нефтепродуктов на грунты //Труды научно-технической конференции «Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований» – г. Иркутск, 2004.–с.53–55.
 11. **Краснощекова Н.Н. (Бракоренко Н.Н.).** Загрязнение природной среды нефтепродуктами //Труды VII Международной школы-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» – г. Абакан, 2003.– с.22–23.
 12. **Краснощекова Н.Н. (Бракоренко Н.Н.).** Характер воздействия нефтепродуктов на компоненты геологической среды на участке АЗС //Труды VI Международного научного симпозиума им. акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» – г.Томск, 2002.– с.146–147.
 13. **Краснощекова Н.Н. (Бракоренко Н.Н.).**Типизация геологического разреза г.Томска, с целью выявления характера распределения нефтепродуктов в грунтах //Труды VIII Международного научного симпозиума им. акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» – г. Томск, 2004.– с. 154-156.