

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) Природообустройство и водопользование

Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Особенности инженерных изысканий на нефтезагрязненных территориях на примере г. Томска
УДК 622.276:504.064(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM41	Тик Иван Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ГИГЭ	Бракоренко Наталья Николаевна	К.Г. — М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф Ирина Валерьевна	К. Э. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГИГЭ	Гусева Наталья Владимировна	К.Г. — М.Н.		

Томск – 2016 г.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В первой главе провести оценку загрязнения геологической среды г. Томска нефтепродуктами и выявить факторы его обуславливающие, описать методику исследований. В общей части дать характеристику физико-географических, геологических условий, сформировавших современные инженерно-геологические условия участка микрорайона «Новый город». В специальной части – составить очерк об инженерно-геологических условиях микрорайона «Новый город» на основе анализа карты ИГУ, составленной самостоятельно и оценить степень защищенности подземных вод от загрязнения. Провести районирование данной территории по степени защищенности, на основе которой обосновать наиболее благоприятный участок для строительства АЗС. В проектной части привести оптимальный комплекс изысканий с современными методикой и оборудованием. Обосновать организацию изысканий, стоимость работ и мероприятия по снижению вредного воздействия при строительстве АЗС.
Перечень графического материала	1. Содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах 2. Карта инженерно-геологических условий микрорайона «Новый город» 3. Инженерно-геологический разрез по линии I-I 4. Карта защищенности подземных вод микрорайона «Новый город» 5. Оборудование для определения нефтепродуктов в грунтах и подземных водах 6. Классификация методов очистки грунтов от нефтезагрязнений
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шарф И.В.
Социальная ответственность	Немцова О.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
THE STATE OF KNOWLEDGE OF THE PROBLEM RESEARCH

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной
 квалификационной работы по линейному графику**

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бракоренко Н.Н.	К. Г. – М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM41	Тик И.А.		

Содержание

Реферат	5
ВВЕДЕНИЕ	6
Методика исследований	9
1. THE STATE OF KNOWLEDGE OF THE PROBLEM RESEARCH	10
1.1 Current state of the problem of contamination of components of geological environment with petroleum products	10
2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ Г. ТОМСКА	21
2.1 Физико-географическая и климатическая характеристика	21
2.2 Геологическое строение района работ	24
2.3 Гидрогеологические условия	33
2.4 Геологические процессы и явления	34
3. СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ АЗС Г.ТОМСКА	35
3.1 Анализ содержания нефтепродуктов в грунтах на площадках АЗС	35
3.2 Характеристика загрязнения подземных вод нефтепродуктами	42
4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	46
4.1 Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ	49
4.2 Рельеф участка	51
4.3 Гидрогеологические условия площадки	51
4.4 Геологические процессы и явления на участке	53
4.5 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка	54
5. Районирование территории микрорайона «Новый город» по степени защищенности подземных вод	54
6. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	58
6.1 Проект инженерно-геологических изысканий на участке	58
6.2 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемой основания. Конкретные задачи изысканий	58
6.3 Обоснование видов и объемов проектируемых работ	60
6.3.1 Топографо-геодезические работы	61
6.3.2 Проходка горных выработок	61
6.3.3 Опробирование	61
6.3.4 Лабораторные исследования грунтов, подземных вод	63
6.3.5 Камеральная обработка материалов и составление технического отчета (заключения)	64
6.4 Методика проектируемых работ	65
6.4.1 Топографо-геодезические работы	65
6.4.2 Проходка горных выработок	68
6.4.2.1 Геолого-технические условия бурения	69
6.4.2.2 Выбор способа бурения	69

6.4.2.3	Выбор буровой установки и технологического инструмента.	70
6.5	Опробирование	73
6.6	Определение опасного влияния блуждающего тока	75
6.7	Лабораторные работы	75
6.7.1	Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов	75
6.7.2	Лабораторные исследования грунтов на содержание нефтепродуктов	78
6.7.3	Определение коррозионной агрессивности грунта по отношению к углеродистой и низколегированной стали.	82
6.8	Камеральные работы	83
6.9	Социальная ответственность	84
6.9.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	84
6.9.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении инженерно-геологических изысканий.	85
6.9.4.2	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при эксплуатации проектируемого объекта.	86
6.9.5	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	87
6.9.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	89
6.9.6.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.	89
7.	ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	91
7.1	Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту	91
7.1.1	Таблица видов и объемов проектируемых работ (Технический план).	91
7.1.2	Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ	92
7.1.3	Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ	95
7.2	Поэтапный план	98
7.3	Календарный план	99
7.4	Расчет сметной стоимости	100
8.1	Прогноз и анализ возможных неблагоприятных изменений природной и техногенной среды участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации АЗС	103
8.1.1	Возможное изменение состояния атмосферного воздуха	103
8.1.2	Возможное изменение состояния подземных вод	103
8.1.3	Изменение почв и земель	103
8.1.4	Воздействие на растительный и животный мир	104

8.1.5 Непрогнозируемые последствия эксплуатации объекта	105
8.2. РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	106
8.2.1 Рекомендации по снижению загрязнения атмосферного воздуха	106
8.2.2 Рекомендации по охране подземных вод	106
8.2.3 Рекомендации по улучшению качества почвенного покрова	106
8.3 Мероприятия по снижению загрязнения геологической среды нефтепродуктами	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	116
Список использованной литературы	119
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение 1 Содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах	
Приложение 2 Карта инженерно-геолгических условий микрорайона «Новый город»	
Приложение 3 Инженерно-геологический разрез	
Приложение 4 Карта защищенности подземных вод микрорайона «Новый город»	
Приложение 5 Оборудование для определения нефтепродуктов в грунтах и подземных водах	
Приложение 6 Классификация методов очистки грунтов от нефтезагрязнений	

Реферат

В диссертации рассмотрены особенности проведения инженерных изысканий на нефтезагрязненных территориях на примере г. Томска.

Целью работы является рассмотрение особенностей инженерных изысканий для разработки проекта строительства АЗС в проектируемом районе «Новый город» на территории бывшего промышленного объекта, где содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах превышает фоновые значения.

В работе проведен анализ большого числа литературных источников, нормативных документов по теме исследований, обобщены данные о содержании нефтепродуктов в грунтах и подземных водах в пределах АЗК г. Томска.

В результате анализа предложен новый подход к выбору площадки АЗС с учетом оценки степени защищенности подземных вод от воздействия нефтепродуктов, составлен проект инженерно-геологических изысканий для проектирования АЗС микрорайоне «Новый город». Тщательно проработан вопрос лабораторного определения нефтепродуктов в грунтах и подземных водах и предложен наиболее оптимальный вариант.

Полученные результаты и выводы рекомендуется использовать в практике инженерных изысканий.

Магистерская диссертация состоит из пояснительной записки на 110 листах и 6 графических приложений.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее актуальных экологических проблем для территории г. Томска в настоящее время является загрязнение грунтов и подземных вод нефтепродуктами.

Большая часть нефтепродуктов попадает в грунты, подземные воды, поверхностные водные объекты из-за аварийных и штатных утечек с предприятий хранения и переработки нефти, нефтебаз и многочисленных АЗС.

Масштабы загрязнения геологической среды нефтью и нефтепродуктами по оценкам авторов различны. Гольберг В.М. оценивает величину утечек в 0,1-0,5 % от объема оборота [26], по данным Боровского Б.В., Кочеткова М.В. на старых объектах она достигает 1-2% [7]; Мазур И. оценивает, что потери нефти в результате аварийных проливов составляют около 3% от годовой добычи нефти [55].

Исследования загрязнения городских территорий нефтепродуктами для отдельных городов выполняли Гольдберг В.М [26, 27], Макушин Ю.В. [56], Бракоренко Н.Н. [14, 15, 16].

Анализ работ, посвященных оценке загрязнения грунтов и подземных вод нефтепродуктами показал, что данная проблема широко обсуждается.

Немало внимания уделяется оценке факторов влияющих на степень загрязнения грунтов и подземных вод нефтепродуктами (Н.Н. Бракоренко [14, 15, 16], В.В. Середина [58] и др.), а также методам очистки грунтов и подземных вод от загрязнения нефтепродуктами (В.А. Королев [44], Лушников С.В. [54] и др.).

Однако, проведенный литературный обзор показывает, что работы посвященные особенностям инженерных изысканий на нефтезагрязненных территориях практически отсутствуют; в том числе отсутствуют требования к выбору площадки АЗС, к методам определения нефтепродуктов в грунтах и подземных водах.

В связи с этим целью работы является разработка методики выбора наиболее оптимальной площадки расположения АЗС (с учетом степени защищенности подземных вод) и составление проекта инженерно-геологических изысканий для строительства АЗС в микрорайоне «Новый город».

Задачи исследований:

- Оценка степени загрязнения грунтов и подземных вод нефтепродуктами территории г. Томска;
- Выявление закономерностей распределения содержания нефтепродуктов в грунтах и грунтовых водах;
- Выявление факторов обуславливающих степень загрязнения.
- Районирование геологической среды территории проектируемого района «Новый город», по степени защищенности подземных вод;
- Выбор оптимального варианта размещения АЗС в проектируемом районе «Новый город»;
- Составление проекта инженерных изысканий для проектируемой АЗС;
- Разработка рекомендаций направленных на снижение вредного воздействия проектируемой АЗС на геологическую среду.

Практическая новизна: В работе приводится подход к выбору площадки АЗС с учетом районирования по степени защищенности подземных вод от загрязнения нефтепродуктами. Проведен обзор имеющегося оборудования для содержания нефтепродуктов в пробах грунта и пробах подземных вод, из которого выбран наиболее оптимальный вариант.

Практическая значимость результатов ВКР:

В настоящее время в нормативных документах отсутствует ПДК нефтепродуктов в грунтах, в связи с чем автор работы рекомендует при инженерно-геологических изысканиях (еще до начала строительства АЗС) определять содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах, что позволит проводить оценку загрязнения геологической среды нефтепродуктами.

В настоящее время основные положения исследований были доложены на научных мероприятиях:

– XIX Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» в г. Томске, 2015 г;

– III Всероссийской конференции «Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем (САМЭС)», в п. Дюрсо Краснодарского края, 2015 г;

– XX Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» в г. Томске, 2016 г.

– XIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием, «Наука и производство: состояние и перспективы» в г. Кемерово, 2016 г.;

– Международной научно-практической конференции «Новая наука: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» в г. Стерлитамак, 2016 г.

В сентябре 2015 г. Тик Иван Александрович прошел стажировку на промышленных предприятиях Германии, где ознакомился с успешным опытом охраны окружающей среды.

Методика исследований

В основу магистерской диссертации положен фактический материал по инженерным изысканиям и мониторингу геологической среды г. Томска, выполненный организациями:

- ООО «ЭкоТех»;
- ООО «Томская Буровая Компании»;
- ООО «Артаниягео»;
- АО «Томскгеомониторинг».

Автор работы лично участвовал в написании отчетов по инженерным изысканиям, обработке и систематизации полевых материалов; неоднократно выезжал в составе полевых бригад для проведения изысканий, проводимых ООО «Томская Буровая Компании» на территории г. Томска.

В работе произведен анализ большого числа литературных источников, нормативных документов по теме исследований.

Обработка данных по содержанию нефтепродуктов в грунтах и подземных водах проводилась с использованием программ «Statistica», «Microsoft Excel». Графические материалы создавались с помощью программ «CorelDRAWX3», «AutoCAD» и др.

1. THE STATE OF KNOWLEDGE OF THE PROBLEM RESEARCH

1.1 Current state of the problem of contamination of components of geological environment with petroleum products

The term "Geological environment" is commonly understood the part of the subsoil, within which occur processes and phenomena that impact on human activity and other biological communities. For the purposes of this work under the geological environment is understood to be that part which may be contaminated with petroleum products as a result of technological and accidental leaks [90].

The main types of hydrocarbon pollution of geological environment are:

- 1) The pollution of the earth's surface;
- 2) pollution of soils of aeration zone, which are generally identified together with their top - soil layer; i.e., in the terminology of soil science, this type of pollution can be called as "contamination of soil";
- 3) Contamination of the ground water table.

The last type of pollution is considered the most dangerous, as it has the possibility of rapid and wide dissemination beyond the initially contaminated area and entering surface water (streams and ponds), are closely associated with groundwater and water intake structures, which selects the groundwater or surface water for water supply purposes.

These types of contamination are closely linked. It is possible to allocate four basic options for data links operating in oil-contaminated areas [27]:

1. During infiltration of liquid contaminants (actually a liquid petroleum product, and hydrocarbon and associated substances in the wastewater) from surface and subsurface sources of contamination down through the unsaturated zone; part of the substances-pollutants in various forms of delayed soil and soils are accumulated in them, and the other part infiltrates liquid oil and (or) contaminated wastewater reaches a surface level, soil of an aquifer. However, some components of petroleum products, owing to their physical properties that directly pollute the ground water and others are accumulated on their surface.

2. During the subsequent infiltration through the contaminated zone of aeration even relatively clean (uncontaminated oil products) of rain and melt water or technological water leaks previously accumulated in soils (secondary) fuel-pollutants are washed away or dissolved and transferred to the earth to an aquifer, which in turn accumulate either above the groundwater table, or in the groundwater.
3. When natural or man-made increase of groundwater levels (seasonal and perennial) this water comes into direct interaction with soils, "retreating" zone of aeration:
 - a) if the ground water is relatively clean, they are contaminated with accumulated (in various forms) in soils by oil products;
 - b) if ground water is already contaminated by petroleum products, and soils of the aeration zone has not yet contaminated, then there is indirect contamination of the latter;
 - c) if contaminated and the groundwater and soils of unsaturated zone, there is an increase of those pollution and (or) other; moreover, both gaseous and liquid hydrocarbon contamination can "go out" of soils on the earth's surface, especially in natural or manmade depressions of the microrelief her (including in the recessed areas of buildings and structures - basements, cellars, wells, conduits and sewers underground utilities, etc.).
4. When natural or man-made depressions in the groundwater level (seasonal and perennial), if groundwater were contaminated with petroleum products, some of the contaminants in various forms is held and remains in the soil "advancing" zone of aeration, also speaking in the future as a "secondary" source of technogenic pollution of underground waters.

Thus, one of the most serious environmental problems throughout the world it is the oil pollution of the geological environment and, primarily groundwater. This is due to the extensive development of such contamination as well as the difficulties of its localization and liquidation. No other contaminant, no matter how dangerous it may be, cannot be compared with oil in the latitude distribution, the number of pollution sources, the magnitude of simultaneous loads on all components of the natural environment. The analysis of available information shows that pollution of the environment occurs at all stages of economic activity, ranging from oil production and

ending with the storage and distribution of petroleum products. Almost at all objects, where there was held at least a minimal volume of research, it was discovered pollution of the geological environment (including groundwater) petroleum products. High probability that such contamination can take place and on the other, not examined to date objects [27].

In Russia only in the last 15-20 years to the began to pay serious attention to the decision of the problems connected with the rehabilitation of the geological environment contaminated with petroleum products. In the industrialized countries of the West on the study and solution of these problems for many decades work numerous scientific, industrial and design organizations and companies.

Practice shows that small pockets of contamination could be eliminated relatively quickly (over several years), full localization and removal of large lesions may last for decades and requires very substantial financial and material costs. This is largely due to the extremely high inertia of the geological environment relatively the pollution which has been formed.

In Russia there are thousands of companies involved in the extraction, transportation, processing, storage and distribution of oil and oil products. However, the status of the geological environment in terms of its possible contamination with oil products in vast majority of cases is unknown. This is due to the fact that oil pollution over many years or even decades may remain invisible, and manifested only when reaching a critical and even catastrophic level, showing up in the form of direct contamination of drinking water intakes, wells, surface waters, and so forth, that is, when the fight against it requires a huge investment, and to solve problems there is no time.

In fact, the pollution of geological environment with petroleum products occurs at all stages of economic activity associated with the extraction, transportation, processing, storage and distribution of oil and petroleum products as a result of the emergency and technological leaks.

The extent of pollution of geological environment with oil and oil products according to estimates of different authors. Goldberg V.M. [26] estimates the magnitude of leaks in the 0.1-0.5% of turnover, according to Borevsky B. V., Kochetkov M. V. on older objects, it reaches 1-2% [7]; Mazur I.I. estimates that oil losses as a result of accidental spills account for about 3% of the annual oil production [55].

A comprehensive study of the oil pollution of the environment was carried out by many scientists Mironenko V.A.,1995, Goldberg V.M., 1997, Korolev A.V. 2001, etc..

In 1996 Borevsky B. V., Borevsky L. V., Mironenko V. A. has developed a common strategy for the protection from pollution of underground waters by oil products [90].

General regularities of the influence of petroleum products on the state of components of the natural environment were described by researchers Tetelmin V. V., Yazev V. A. [75], . Podavalov Y.A.[62], Mazur I.I. [55], Vladimirov A.I., Remizova V.V.[65].

About the need for condition assessment of oil-contaminated soils and soils for engineering and environmental survey mark Kurbatova A.S., Gerasimov S.A, Reshetina T. V. , Fedorov I.D, Bashkin V.N., Shcherbakov A.B. [48].

One of the first researchers who highlighted the problem of technogenic pollution of urban areas was Goldberg V. M. This author noted that a feature of the process of groundwater pollution is that it largely is determined by the pollution of other environmental media - air, surface waters, soils. Being contaminated as a result of emissions of various substances of anthropogenic origin, these environments are like secondary sources of pollution affecting groundwater. In turn, the pollution of groundwater can affect the quality of river waters in places of discharge of contaminated groundwater into the river [27].

Thus, Goldberg V. M. notes the interrelationship of causes and effects in the pollution of ground and surface waters. The degree of groundwater pollution depends

on their security. According to the definition of Goldberg, V. M., under the protection of groundwater from contamination is commonly understood Perekrest aquifer sediments and primarily low permeability, which prevent the penetration of contaminants from the surface of the earth. Protection of groundwater depends on many factors, which can be divided into basic groups — natural, technological, physico-chemical.

Alekhin V. T., Emtsev V.T, Rogozina E. A., Fakhrutdinov I. A. identified a number of common features of soil pollution with oil and oil products. In their view the natural recovery of soils at pollution by oil and oil products is much longer than with other man-made pollution. Changes permeability due to water-repellency, of structural are not individually wetted, but the water as it "falls" into the lower horizons of the soil profile; moisture content decreases. As a consequence, the loss of one major plank cenosis – vegetation. Oil and oil products cause almost complete depression of the functional activity of flora and fauna. Inhibited the activity of most microorganisms, including their enzymatic activity. The management of processes of biodegradation of oil should be aimed, primarily, at enhancing microbial communities, the creation of optimal conditions of their existence. There is a great heterogeneity of distribution of oil components in soils of different parts of oil fields, which depends on the physical and chemical properties specific soil differences, the quality and composition of incoming pollutant. The result of all that - the conditions of self-purification of the environment from toxic organic substances of anthropogenic origin in the landscape zones and regions are very different. These authors in their research point out that getting into the soil, the oil increases the total amount of carbon. In the composition of humus increases the insoluble residue, which is one of the reasons for the deterioration of their fertility; inhibition of plants starts when the amount of petroleum hydrocarbons in the soil becomes higher than 1 kg/m² [2].

Other feature of hydrocarbon contamination of territories is the change in the physical properties of soils. The change of soil properties is due to the presence of petroleum products and microorganisms decomposing them.

Researchers Titov K.V, Ilyin Y.T., Monosowski P.K., A.V. Muslimov A.V., Rybalchenko O.V., Orlova O.G, Meno A., conducted experiments on the effect of oil and bacteria decomposers on the properties of sandy soils [76]. During the experiments it was found:

- Active development of the bacteria *Pseudomonas indica* under aerobic conditions in sandy soils contaminated with petroleum products leads to reduction of porosity and increase the electrical conductivity of the pore water.
- The reduction of porosity or increase of sinuosity of the pores of sandy soils due to the increase in the number of bacteria *Pseudomonas indica* leads to a decrease in the filtration coefficient of the soil. Reduction of filtration coefficient of soil during biodegradation of oil products - a factor that reduces their rate of proliferation.

At present does not exist the general criteria of soil pollution with oil products.

Drugov Y. S., Rodin A. A. [33] propose to consider soil contaminated with petroleum products if the concentration reaches a level at which:

- begins the degradation of the plant cover;
- reduced land productivity; an imbalance in the soil biocenosis;
- there is leaching of petroleum products from soils into the groundwater or surface water;

In different climatic conditions, the concentration of oil and oil products in soils in which soil can be considered contaminated. In connection with a wide variety of soil types cannot be the single indicator of soil pollution for the whole territory of Russia. Comparison of five classifications of soils according to the degree of contamination with petroleum products is given in table 1.

Table 1

The levels and limits of soil contamination with oil products

Levels contamination	Limits contamination mg/kg (according to different techniques)				
	1*	2*	3*	4*	5*
Background	100-500	100-500			
Unpolluted			To 400		1-100
Conditionally contaminated					100-500
Valid Up To				To 1000	
Low	500-1000	500-1000		1000-2000	
Weak pollution			3000- 6000		500-1000
Contaminated soils					1000-2000
Moderate	1000-5000	1000-5000			
Average pollution			6000- 12000		
Average	5000- 10000	5000- 10000		2000-3000	
Severe pollution			12000- 25000		2000-5000
High	10000- 50000	10000- 50000		3000-5000	
Very strongly polluted soil					5000-50000
Very strong					

contamination			More than 25000		
Very high-More than 50,000 More than 5000		More than 50000		More than 5000	

1* by Tetelmin V. V., Yazev V. A. [75]

2* by Goldberg V.M. [27]

3* by J. S. Drugov, Rodin A.A.[33]

4* According to "Methodological recommendations for identifying degraded and contaminated lands" (app. Reskomzema 28.12.1994, 26.01.1995 Ministry of agriculture of the Russian Federation, Ministry of natural resources 15.02.1995) [90]

5* by Moskovchenko D.V. [12]

In present time there is absent a single technology of reduce the concentration of petroleum products in soil. About the differences of technology in the southern and northern regions of Russia note Tereshchenko N. N., Lushnikov S. V., Alekhin, V. G., Emtsev V.T, Rogozina E. A., Fakhrutdinov I. A.

The methods of determination of petroleum products to the environment components are various. Drugov Y. S., Rodin A. A. gave mostly detailed description of comparison of techniques and errors definitions [33].

An interesting approach have Pashkovskiy I. S., Konnova D.V., Klein I.S, Krgige L., Moteilo P. to the organization of measures to eliminate major oil spills; in their opinion all work should be accompanied by mathematical modeling because it allows you to work as efficiently as possible [50].

It is worth noting that most studies of oil pollution of the environment are made for the oil and gas complexes that are located outside the major cities.

One of the most pressing environmental problem for many cities at the present time is pollution of geological environment with petroleum products.

Gas and petrol stations are the main sources of hydrocarbon contamination of soils and groundwater of the cities. The excess of MPC of oil products content in soils and groundwater of the urban area leads to a deterioration of the quality of life of the population.

Studies of pollution of urban territories with oil products for individual cities were performed by Goldberg V. M. [27], Brakorenko N. N. [16], Pasechnik E. Yu. [59], Makushin Yu. V. [56].

Through a retail network of gas and petroleum stations in the city of Tomsk were implemented various grades of gasoline and diesel fuel. It is obvious that the main pollutants of the environment from the activities of gas stations are different grades of gasoline and diesel fuel. Hydrocarbon composition of gasoline fractions includes well-known representatives of alkanes, cycloalkanes, arenes. The most toxic and dangerous in environmental and hygienic terms are leaded gasoline, containing tetraethyl lead and special substances-scavengers (ethyl bromide, dibromoethane, dichloroethane, etc.) to increase the octane number of the fuel.

The main reasons because of which there is a pollution of soil and underground water areas of the gas stations of the city of Tomsk are:

- violation of tightness of the joints of the walls and bottoms of tanks;
- failure of valves, seals and gaskets;
- the overflow of reservoirs and storage tanks;
- emissions through the cap of the tank when temperature drops and delayed the opening of the drain valve.
- ruptures of connections;
- leakage through seals of valves;
- faulty pumps etc.

On the excess of MPC of oil products content in soils and underground waters in the territories of gas and petroleum stations in the city of Tomsk is known for the

materials of engineering researches, scientific studies, monitoring studies of the geological environment. The maximum content of oil products in soils of individual stations can reach 7250 mg/kg [16]. For example, according to AO Tomskgeomonitoring the average content of oil products in samples of groundwater filling station area of the city of Tomsk is 18.6 mg/l, which exceeds the MPC is on average 186 times (GN 2.1.5.1315-03).

The problem of pollution of the geological environment of the territory of Tomsk was studied in sufficient detail in the works of Brakorenko N. N. [22], Pasechnik E. Yu. [59] etc. AO Tomskgeomonitoring annually conducts the monitoring of the geological environment of the city of Tomsk, the data are published in open sources.

Work of Pasechnik E. Yu. Are devoted to the assessment of the degree of pollution of surface and groundwater different components of Tomsk.

Brakorenko N.N. in his works evaluated the effect of petroleum products on the petrographic composition of rocks and physical-mechanical properties of soils in the city of Tomsk [12]. The authors noted:

- as a result of the interaction of soils with petroleum products, depending on the time and iron content in the composition of the soil may change the petrographic composition of sandy-clayey soils, namely, increasing the content of fine fraction;
- contamination of soils with petroleum products leads to the change in the value of compressibility of soil, depending on initial moisture content. Excessive moisture and changes in the composition of the soil (increase the plasticity of the soil) can lead to increased subsidence of ground at the base of the structures;
- the change of the strength properties of the contaminated soils is as follows: the value of the adhesion forces contaminated soil increases (due to increase of fine fraction), however, the angle of internal friction decreases (due to the "lubrication" of the free pore space of the soil).

Brakorenko N. N. according to the method of Goldberg V. M. notes that the protection of groundwater areas of the gas and petrol stations of the city of Tomsk corresponds to the I–III categories. Brakorenko N. N. identifies 7 types of soil strata on the composition and permeability of soils for the city of Tomsk [12].

Thus, the problem of pollution of environment components is well studied but:

- the MPC for the soil is not installed;
- there are no requirements for the choice of sites taking into account the geological, hydrogeological and engineering geological conditions;
- there is no common methodology for assessing the degree of contamination.

Currently for the engineering survey for design of new facilities on the contaminated territories is not taken into account the accuracy of determination of oil products in soils and groundwater, and some methods do not show at all the presence in the samples of the light fractions of petroleum products such as petrol.

According to the opinion of the author of this work additional studies in conducting engineering survey for oil-contaminated territories are necessary as it allows to foresee possible changes in components of the geological environment due to a possible increase in oil content due to the redistribution of the existing contamination. The presence of oil in the soil leads to a change in their properties, and this in turn is directly related to the stability of buildings and structures. This approach will allow to predict possible changes of components of geological environment to select appropriate design solutions.

3. СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИЙ АЗС Г.ТОМСКА

3.1 Анализ содержания нефтепродуктов в грунтах на площадках АЗС

Обобщение данных о загрязнении грунтов территорий АЗС и складов ГСМ города Томска нефтепродуктами было выполнено Бракоренко Н.Н. в 2013 году [17], данные представлены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание нефтепродуктов в грунтах [17]

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

Согласно этих данных содержание нефтепродуктов в грунтах изменяется в широких пределах. Максимальное содержание может достигать на отдельных объектах 7250 мг/кг [17].

Разная степень загрязнения грунтов АЗС связана с тем, что территория города Томска не однородна по типам рельефа, геологическому строению, гидрогеологическим условиям. Кроме того, степень загрязнения грунтов территорий АЗС и АЗК зависит от количества реализуемых нефтепродуктов и сроков эксплуатации этих объектов.

Ниже приводится анализ содержания нефтепродуктов в грунтах на двух площадках АЗС-21 и АЗС-24. АЗС-21 расположена на левобережье р. Томи. Функционирует с 1974 года. В геологическом отношении площадка сложена – насыпным грунтом, суглинками тугопластичными, супесью пластичной, которая в свою очередь подстилается песком влажным. В основании разреза, с глубины 10,2 м залегает водонасыщенный гравийный грунт. Глубина залегания уровня грунтовых вод составляет 9,5 метров (на 25.05.2000 г) (рис 4). Распределение нефтепродуктов в грунтах по глубине приведено на рис. 5 (по данным опробования единственной скважины, пробуренной непосредственно на территории АЗС-21). Максимальное содержание нефтепродуктов содержится в водонасыщенных песках и гравийном грунте – 13,11-21,08 мг/кг (рис. 5).

С к в а ж и н а №10 АЗС-21

Абс. отметка устья, м: 78,1

Номер инженерно-геологического элемента	Глубина залегания слоя, м		Мощность слоя, м	Описание грунта	Инженерно-геологический разрез	Глубина подземных вод
	от	до				
	0,0	0,3	0,3	ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ СЛОЙ		
	0,3	1,7	1,4	АНТРОПОГЕННЫЙ ГРУНТ		
	1,9	2,3	0,5	СГЛИНОК БУРЫЙ ПОЛУТВЕРДЫЙ		
	2,3	6,1	3,8	СГЛИНОК БУРЫЙ ТУГОПЛАСТИЧНЫЙ		
	6,1	6,9	0,8	СМЕСЬ КОРИЧНЕВАЯ ПЛАСТИЧНАЯ		
	6,9	10,2	3,3	ПЕСОК		
	10,2	10,5	0,3	ГРАВИЙ		

Рис.4. Литологическая колонка скважины №10 (АЗС-21)

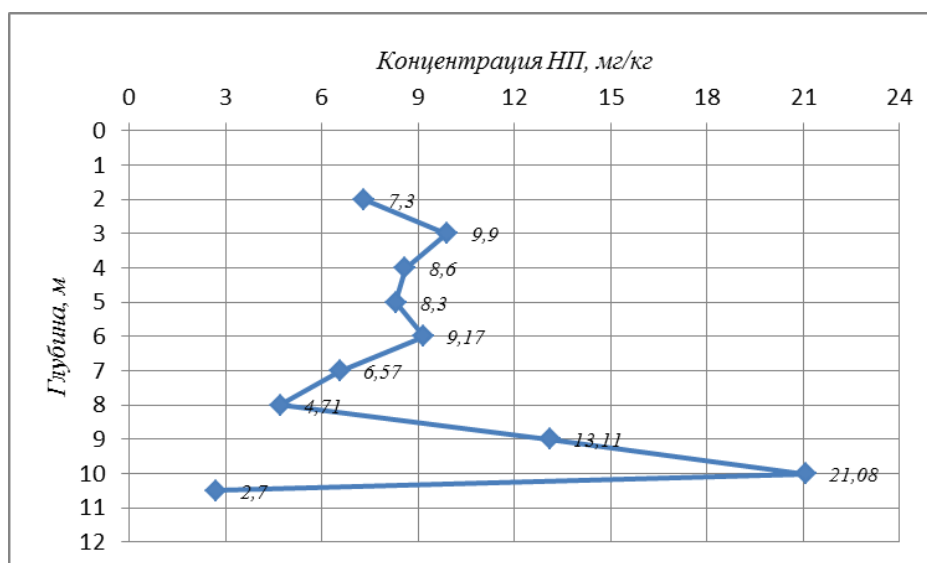


Рис. 5 График изменения содержания нефтепродуктов в грунтах по разрезу (АЗС-21) [70].

АЗС-24 расположена в северо-восточной части г. Томска. В геоморфологическом отношении участок приурочен к поверхности Томь-Яйского междуречья (у бровки склона к долине р. Ларинки). Абс. отметки 167,34 до 165,50 м, вниз по склону до 158,8 м. Функционирует с 1977 года. Геологический разрез до изученной глубины 10,8 метров представлен средне-верхнечетвертичными озерно-аллювиальными отложениями – суглинками бурыми туго-мягко-текучепластичными с прослоями темно-серых; в основании разреза – супеси текучие. Перекрыты данные отложения насыпными грунтами (гравий, суглинок), мощностью 2,8 метров (рис 6). Для оценки загрязнения грунтов нефтепродуктами на данной площадке было пробурено 8 скважин: 1 и 7 – вблизи подземных резервуаров, 3 – в 5 метрах от раздаточной бензоколонки, 2 – в 60 метрах от АЗС-24. Сква. 8, 4, 6, 5 пробурены на склоне и в гипсометрическом отношении находятся значительно ниже самой АЗС-24.

В 1997 г до реконструкции АЗС- 24 концентрация нефтепродуктов на площадке в грунтах составляла 6,9 – 818,8 мг/кг, а в воде – до 18000 мг/л (рис. 7).

При реконструкции АЗС-24 на площадках сооружений была проведена выемка грунта и замена его незагрязненным, что привело к снижению загрязнения грунта и подземных вод. После реконструкции АЗС эксплуатируется со строгим соблюдением правил по недопущению загрязнения геологической среды. Но опробование грунта и воды в скважине, пробуренной непосредственно на территории данной реконструированной площадки АЗС в 1999 г. снова показало, что концентрация нефтепродуктов в грунтах изменяется от 35,53 до 147,04 мг/кг, содержание нефтепродуктов в подземных водах 314,50 мг/дм³.

С к в а ж и н а №7 АЗС-24

Абс. отметка устья, м. 167,34

Номер инженерно-геологического элемента	Глубина залегания слоя, м		Мощность слоя, м	Описание грунта	Инженерно-геологический разрез	Глубина под-земных вод
	от	до				
	0,0	0,2	0,2	ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ СЛОЙ		
	0,2	2,8	2,6	АНТРОПОГЕННЫЙ ГРУНТ		
	2,8	9,5	7,7	СИЛИНОК БУРЫЙ		
	7,7	10,8	3,1	СУПЕСЬ ТВУЧАЯ		

Рис.6. Литологическая колонка скважины №7 (АЗС-24)



Рис. 7 График изменения содержания нефтепродуктов в грунтах по разрезу (АЗС-24)
по данным скв. №7 [70].

Повышенные концентрации нефтепродуктов в грунтах АЗС -24 Скорее всего это связано с:

- длительным сроком эксплуатации (более 15-20 лет);
- большими объемами нефтепродуктов, которые реализуются через данную станцию;
- близким залеганием уровня грунтовых вод;
- перераспределением старого загрязнения.

Сравнительно небольшое загрязнение грунтов АЗК №21 можно объяснить:

- меньшим сроком эксплуатации (10-15 лет);
- хорошим техническим состоянием площадки и оборудования;
- быстрым выносом загрязнителя в места разгрузки.

Согласно «Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель» (утв. Роскомземом 28.12.1994, Минсельхозпродом РФ 26.01.1995, Минприроды РФ 15.02.1995г.) [90] выделяются следующие уровни загрязнения почв нефтепродуктами: допустимый (<1000 мг/кг), низкий (1000-2000 мг/кг), средний (2000-3000 мг/кг), высокий (3000-5000 мг/кг), очень высокий (>5000 мг/кг). Таким образом, грунты выше рассмотренных АЗС имеют допустимый уровень загрязнения и проведения мероприятий по снижению загрязнения не требуется [70].

3.2 Характеристика загрязнения подземных вод нефтепродуктами

Загрязнение подземных вод - это наиболее опасный вид загрязнения, так как обладает способностью относительно быстро распространяться далеко за пределы первоначального очага и проникать в поверхностные водоемы и водотоки, тесно связанные с грунтовыми водами, а так же к водозаборным сооружениям, эксплуатирующим подземные воды для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения. Вообще состояние загрязнения грунтовых вод является универсальным показателем загрязнения геологической среды

нефтепродуктами, так как они являются одновременно как объектом загрязнения, так и объектом-загрязнителем. В силу того, что грунтовые воды получают инфильтрационное питание на всей площади своего распространения, они загрязняются по всей площади, где геологическая среда содержит нефтепродукты как в свободном (линза), так и в связанном виде (почвы, зона аэрации) за счет растворения последних просачивающимися атмосферными осадками. В дальнейшем на пути своего движения они могут загрязнять другие компоненты окружающей среды, как природные, так и техногенные [90].

О превышении ПДК содержания нефтепродуктов в подземных водах территорий АЗС и АЗК г. Томска известно по материалам инженерных изысканий, научных исследований, мониторинговых исследований геологической среды. Данные о содержании нефтепродуктов в подземных водах в пределах территорий АЗС г. Томска представлены в таблице 5 .

Всего проанализировано 210 проб воды, взятых в наблюдательных скважинах АЗС-3, АЗС-4, АЗС-5, АЗС-6, АЗС-21, АЗС-24, АЗС-28, АЗС-32, АЗС-35, АЗС-37, АЗС-50, АЗС-52, АЗС-60, АЗС-96, АЗС-100, АЗС-100, АЗС-101, АЗС-103, АЗС-105, АЗС-109 в период с 01.01.2000 по 31.12.2015. Анализ содержания нефтепродуктов в подземных водах показывает, что концентрация изменяется в широких пределах от 0,02 до 16420 мг/л; наиболее высокое содержание нефтепродуктов отмечено в 2007 году в пробах АЗС-3 и АЗС-28 и составляет 6060 мг/л и 16420 мг/л соответственно.

Таблица 5

Изменение концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах территорий АЗС и АЗК г. Томска с 2000-2015 г.
(по данным АО «Томскгеомониторинг» и данным Бракоренко Н.Н.)

Концентрация нефтепродуктов в пробах воды, мг/л																						
Год	3-АЗС	4-АЗС	5-АЗС	6-АЗС	21-АЗС	24-АЗС	28-АЗС	32-АЗС	35-АЗС	37-АЗС	50-АЗС	52-АЗС	60-АЗС	95-АЗС	96-АЗС	100-АЗС	101-АЗС	103-АЗС	105-АЗС	106-АЗС	109-АЗС	110-АЗС
2000	2,54	1,6	0,22	0,44	0,37		11370	0,48	0,13	7,09	0,69	9,25	0,36									
2001	29,78	1,45	0,7	0,64	2,75			0,55	0,64	1,19	1,55	0,41	4,52									
2002	17,26	18,28	18,8	0,95	0,86	15,3	2040	171,8	0,64	9,06	47,8	2,8	0,66									
2003	5,9	4,9	635	0,37	0,02	3	1475,3	0,18		0,35	306	0,08	0,5									
2005	2,27	1,72	49,1	3,53	0,3	1,68	902	1,67		1,77	85	2,56	3,54	76,7	0,19	0,11	0,41	0,48	0,15	0,11	0,11	
2006	13,4	0,64	35,9	0,83	3,16	6	1048	0,57		84,3	17,5	2,64	20	5,9	0,35	0,64	0,12	0,88	0,13		0,8	
2007	6060	12,5	0,23	1,46	0,08	24,9	16420	0,29		5,6	14,2	3,9	1,61	40	0,7	0,05	0,08	1,87	0,18		0,21	0,41
2008	351,5	0,94	3,44	7,54	0,44	17,8	536	0,29		0,61	5,24	1,49	1,61					0,18		0,05		0,15
2009	1920	0,358	11,6	0,256	7,65	586	1688	2,06		8,76	3,83	1,147	3									
2010	315,8	4,3	5,05		0,047	25,44	1008	0,42		31,41		0,276	3,82									
2011	672,5*		1,55	1,07	5,14	47	570	7,4		2,69	6,39		4,56									
2012	7,41	0,3-27,5					2250			1,75	4,8		3,56									
2013													0,83									
2014																						
2015						89	1650															

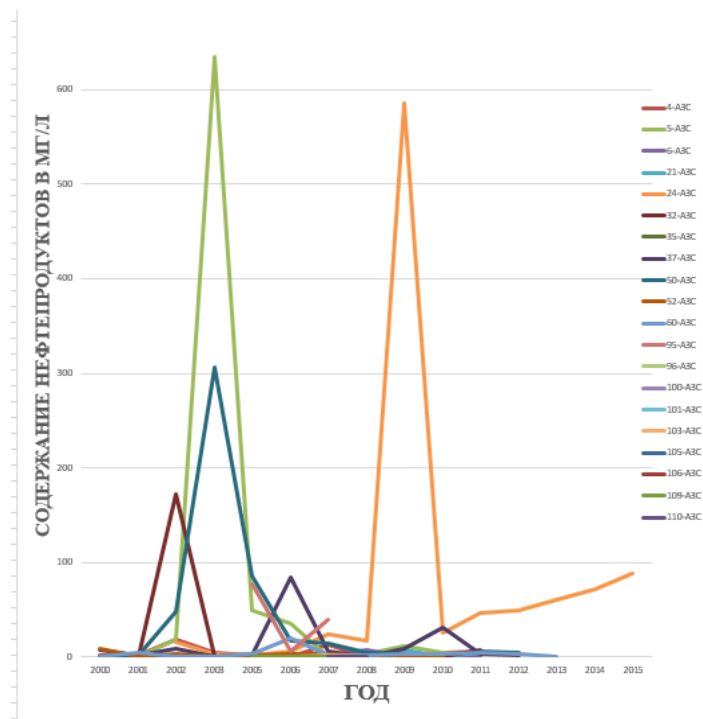


Рис. 8. Изменение концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах территорий АЗС-4, АЗС-5, АЗС-6, АЗС-21, АЗС-24, АЗС-32, АЗС-35, АЗС-37, АЗС-50, АЗС-52, АЗС-60, АЗС-96, АЗС-100, АЗС-100, АЗС-101, АЗС-103, АЗС-105, АЗС-109 г. Томска с 2000-2015 г. [74]

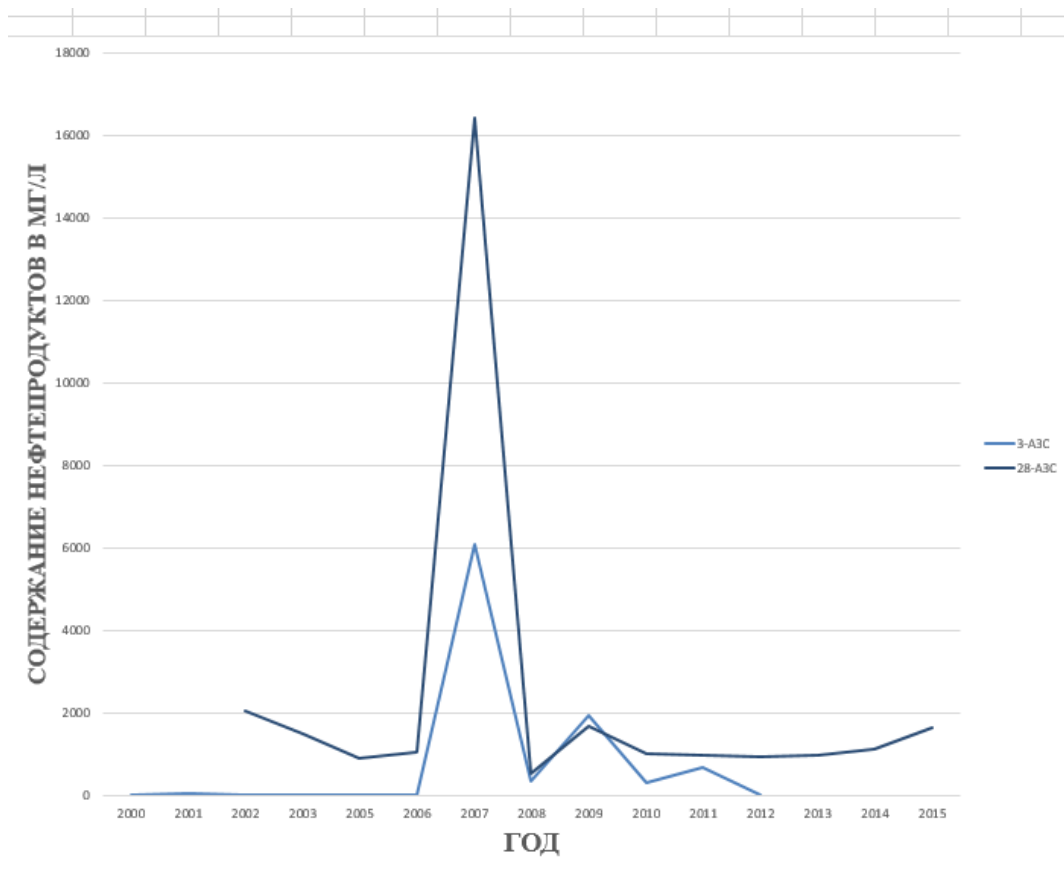


Рис. 9. Изменение концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах территорий АЗС-3, АЗС-28 г. Томска с 2000-2015 г. [74]

Анализируя графики изменения концентрации нефтепродуктов в подземных водах территорий АЗС г. Томска (рис. 8 и рис. 9), необходимо отметить отсутствие явного закономерного изменения содержания нефтепродуктов по годам, что связано скорее всего с аварийными утечками и сроками эксплуатации этих объектов.

Максимальные концентрации нефтепродуктов характерны для подземных вод АЗС-3, АЗС-4, АЗС-5, АЗС-24, АЗС-28, АЗС-37, что связано с длительным сроком эксплуатации (более 15-20 лет) и значительными объемами нефтепродуктов, которые реализуются через данные станции, т.к. расположены они на улицах с интенсивным движением автотранспорта. В 1970-1990 гг. должного внимания защите окружающей среды не уделялось, а проливы нефтепродуктов и их накопление в грунтовых водах вполне могли возникнуть вследствие неисправности оборудования или отсутствия ливневой канализации [74].

Минимальное (сравнительно небольшое) загрязнение характерно для АЗК №21, АЗС №52, №95, №100, №101, №103, №105, №106, №109, №110. Это связано с меньшим сроком эксплуатации (10-15 лет), более глубоким залеганием уровня грунтовых вод (11-16 метров), быстрым выносом загрязнителя в места разгрузки (характерно для площадок, расположенных в пойме р. Томь, например, АЗС №21), а также хорошим техническим состоянием площадок, своевременным ремонтом оборудования, исключаяющим фильтрацию НП вниз по разрезу [74].

Таким образом, степень загрязнения грунтов и подземных вод нефтепродуктами АЗС и АЗК зависит в большей степени от следующих факторов: рельеф и геологическое строение, гидрогеологические условия, проницаемость грунтов, слагающих разрез зоны аэрации, объемов реализуемых нефтепродуктов.

Учитывая тот факт, что содержание нефтепродуктов в подземных вода г. Томска (в пределах АЗС) значительно превышает ПДК и данный вид

загрязнения является наиболее опасным, так как обладает способностью относительно быстро распространяться далеко за пределы первоначального очага мы предлагаем районировать территорию проектируемого объекта строительства (микрорайона «Новый город») по степени защищенности подземных вод для выбора оптимального размещения АЗС.

4.6 Районирование территории микрорайона «Новый город» по степени защищенности подземных вод

Районирование территории микрорайона «Новый город» по степени защищенности подземных вод необходимо, так как это позволит выбрать оптимальный вариант размещения проектируемой АЗС и минимизировать негативное воздействие на геологическую среду.

В основу карты инженерно-геологического районирования была положена методика Гольдберга В.М. по оценке степени защищенности литосферы и подземной гидросферы от проникновения вредных компонентов [27].

Согласно определения Гольдберга В.М. под защищенностью подземных вод от загрязнения принято понимать перекрытость водоносного горизонта отложениями и прежде всего слабопроницаемыми, которые препятствуют проникновению в него загрязняющих веществ с поверхности земли. Защищенность подземных вод зависит от многих факторов, которые можно разделить на основные группы — природные, техногенные, физико-химические [27].

К основным природным факторам относятся: наличие в разрезе пород слабопроницаемых отложений; глубина залегания подземных вод; мощность, литология и фильтрационные свойства пород (в первую очередь, слабопроницаемых), перекрывающих водоносный горизонт; поглощающие (сорбционные) свойства пород; соотношение уровней исследуемого и вышележащего водоносных горизонтов.

К техногенным факторам относятся условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли (хранение отходов в накопителях, шламохранилищах, сбросных котлованах и других промышленных бассейнах, сброс сточных вод на поля фильтрации, орошение сточными водами и др.) и определяемый этими условиями характер проникновения загрязняющих веществ в подземные воды.

К физико-химическим факторам относятся специфические свойства

загрязняющих веществ, их миграционная способность, сорбирующего вещества, взаимодействие загрязняющих веществ с породами, время распада, или химическая стойкость загрязнителя.

Защищенность одного и того же водоносного горизонта будет различной в зависимости от характера сброса загрязняющих веществ на поверхность земли и их последующей фильтрации в водоносный горизонт. Так, водоносный горизонт может быть достаточно хорошо защищен по отношению к эпизодическим и небольшим по количеству сбросам загрязняющих веществ на поверхность земли. И наоборот, этот же водоносный горизонт может оказаться практически не защищенным в случае фильтрации сточных вод из крупных поверхностных хранилищ отходов [27].

Оценка степени защищенности дается с учетом четырех основных показателей: глубины залегания водоносного горизонта (мощность зоны аэрации); литологии пород зоны аэрации; мощности слабопроницаемого слоя в разрезе зоны аэрации (m_0); фильтрационных свойств пород зоны аэрации (через литологический состав).

Выделяют пять границ глубин (H) залегания водоносного горизонта (табл. 7).

Таблица 7

Ранжирование компонентов природных условий по глубине [8]

Глубина уровня грунтовых вод (H), м				
< 10	10-20	20-30	30-40	40-50
1	2	3	4	5

По литологии и соответственно по фильтрационным свойствам слабопроницаемого слоя отложения делят на три группы (табл. 8):

- группа «а» — супеси, легкие суглинки (k_f 0,1-0,01 м/сут);
- группа «б» — суглинки, песчанистые глины (k_f 0,01-0,001 м/сут);
- группа «в» — глины тяжелые (k_f < 0,01 м/сут).

Таблица 8.

Ранжирование компонентов природных условий по мощности и литологии слабопроницаемого слоя [8]

Мощность (m_0) и литология (а, б, в) слабопроницаемого слоя								
$m_0 < 2$			2-4			4-6		
а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	1	2	2	3	4	3	4	6
6-8			8-10			10-12		
а	б	в	а	б	в	а	б	в
4	6	8	5	7	10	6	9	12
12-14			14-16			16-18		
а	б	в	а	б	в	а	б	в
7	10	14	8	12	18	9	13	18
18-20					>20			
а	б	в			а	б	в	
10	15	20			12	18	21	

Сумма баллов, обусловленная градациями глубин залегания уровня грунтовых вод, мощностью и проницаемостью слабопроницаемого слоя, определяет степень защищенности грунтовых вод и горных пород (табл. 9).

I категория — наименее благоприятная; VI категория — наиболее благоприятная.

Таблица 9

Категории защищенности территории по сумме баллов [8]

Категория защищенности территории	I	II	III	IV	V	VI
Сумма баллов	<5	5-10	10-15	15-20	20-25	>25

Таким образом, с учетом выше изложенных факторов и их суммарной оценки для всей территории микрорайона «Новый город» г. Томск выявлено 2 категории защищенности грунтовых вод:

- I категория;
- II категория;

Карта инженерно-геологического районирования территории микрорайона «Новый город» представлена графическом приложении 4.

Таким образом можно рекомендовать размещение новой АЗС в пределах II категории, это позволит в некоторой степени снизить негативное влияние нефтепродуктов на геологическую среду.

Выбор оптимального варианта размещения АЗС в проектируемом районе «Новый город» полностью не исключают возможного повышения содержания нефтепродуктов в грунтах и подземных водах. В случае повышения содержания нефтепродуктов из-за эксплуатации данного объекта необходимо проводить мероприятия по снижению загрязнения геологической среды. Данные мероприятия могут быть проведены различными методами, о которых наиболее приведено в главе 8.

8.3 Мероприятия по снижению загрязнения геологической среды нефтепродуктами.

В главе 1 было отмечено, что загрязнение геологической среды происходит на всех этапах хозяйственной деятельности, начиная от добычи нефти и заканчивая хранением и распределением нефтепродуктов.

Основным причинами углеводородного загрязнения геологической среды города Томска являются аварийные и штатные утечки с предприятий хранения и переработки нефти, нефтебаз и многочисленных АЗС, АЗК.

Проектируемая АЗС будет расположена уже на территории, где содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах превышает фоновые, и при этом сама будет являться потенциальным источником загрязнения.

При дальнейшей эксплуатации АЗС возможно повышения содержания нефтепродуктов в грунтах и подземных водах из-за перераспределения существующего загрязнения или возможного загрязнения от эксплуатации объекта.

Таким образом, необходимо рассмотреть мероприятия по снижению загрязнения геологической среды нефтепродуктами, так как повышенное содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах может негативно отразиться на устойчивости сооружений.

Утерянные в результате технологических и аварийных утечек нефтепродукты просачиваются в землю и через породы зоны аэрации достигают первого от поверхности водоносного горизонта. Поскольку подавляющее большинство нефтепродуктов легче воды, они накапливаются на поверхности грунтовых вод, образуя подповерхностные скопления («линзы») нефтепродуктов различного размера и конфигурации, плавающие на поверхности грунтовых вод и движущиеся вместе с последними к местам их разгрузки - естественным (реки, моря и т.д.) или искусственным (водозаборные скважины, колодцы, дренажи и т.д.). При этом образуется несколько видов загрязнения [90]:

- загрязнение почво-грунтов;

- загрязнение грунтов зоны аэрации;
- загрязнение горизонта грунтовых.

Указанные виды загрязнения геологической среды тесно взаимосвязаны и оказывают непосредственное влияние на характер и масштабы загрязнения друг друга.

Королев В.А. называет вещества, не разлагающиеся самопроизвольно в геологической среде или разлагающиеся чрезвычайно медленно «консервативные загрязнители». Эту группу загрязнителей входят нефтяные углеводороды (особенно долгоживущие) [44]. Самоочищение от таких этих веществ имеет кажущийся характер, так как эти вещества способны лишь перераспределяться или рассеиваться в геологической среде.

Уменьшить негативные последствия загрязнения геологической среды нефтепродуктами можно с помощью различных мероприятий. Отдельные монографии посвящены методам очистки грунтов от загрязнителей [44].

Отечественный и мировой рынок и предлагают широкий диапазон средств и технологий для обеззараживания и утилизации нефтеотходов и очистки загрязненных земель и вод от нефтепродуктов. Физико-химические характеристики воды и почв и климатические условия России весьма разнообразны и, соответственно, требуют дифференцированного подхода к выбору оптимальных вариантов [30].

Существующие методы очистки [44] территорий от нефтезагрязнений можно разделить на несколько групп:

1. Физические (механическая очистка) - удаление загрязнителя из среды механическим, гидродинамическим, аэродинамическим способом.
2. Физико-химические – изменение свойств загрязнителя в среде с помощью различных реагентов и его последующее физическое удаление из среды.
3. Химические – внесение в загрязненную среду веществ, которые полностью нейтрализуют или ускоряют естественную деструкцию загрязнителя.

4. Биологические – внесение в среду бактерий деструкторов загрязнителя, действие которых приводит к ускорению процесса самоочищения среды.

О различии технологий очистки нефтезагрязненных территорий в южный и северных регионах России отмечают Терещенко Н.Н., Лушников С.В. [54], Алехин В.Г., Емцев В.Т., Рогозина Е.А., Фахрутдинов А.И. [2].

Например, большинство способов рекультивации нефтезагрязненных почв разработано для торфяных и дерново-подзолистых почв северных областей, приуроченных к основным регионам нефтедобычи нашей страны. В этих регионах процессы естественного самовосстановления исходного плодородия протекают чрезвычайно медленно из-за низкой экологической устойчивости северных почв. Короткий летний период при низких значениях среднегодовых температур и высокая обводненность ландшафтов еще более усугубляют ситуацию [54]. Однако и при рекультивации таких почв как черноземы средней полосы России также приходится сталкиваться с весьма непростыми проблемами. Если на севере основным лимитирующим фактором являются низкие среднегодовые температуры, то, к примеру, в Самарской, Саратовской и других областях Поволжья, а также в Прикаспийской низменности Казахстана процессы самовосстановления нефтезагрязненных почв в значительной степени ограничены острым недостатком почвенной влаги и небольшим количеством осадков в летний период [55].

Одной из эффективной технологий рекультивации (биоремедиации) нефтезагрязненных земель является, разработанная и внедренная специалистами ООО НТО «Приборсервис» и Томского Государственного Университета [55]. В основу технологии положен комплекс агромелиоративных мероприятий, направленных на максимальное стимулирование активности аборигенной углеводородокисляющей микрофлоры путем внесения мелиорантов-алюмосиликатов, обладающих сорбирующими и каталитическими свойствами, в сочетании с дозированным внесением минеральных удобрений.

Аналогичная технология, но для использования в условиях крайнего севера, предлагается исследователями Л. Кржиж, И. Чепелакова, П. Мотейль, И. С. Пашковский [50].

Шалагина А. А., Бакулев Д.С., Ахмеджанов Р.Р. [78] отмечают, что с помощью биологических методов, основанных на применении природных штаммов микроорганизмов, за 3 года рекультивации можно полностью восстановить плодородие нефтезагрязненных почв при уровне загрязнения, не превышающем 10—15% сырой нефти к массе почвы. В случае более высоких концентраций загрязняющих веществ биовосстановление целесообразно комбинировать с физическими и физико-химическими методами очистки.

В.П. Середина предлагает при рекультивации нефтезагрязненных земель севера Томской области в качестве удобрения и сорбента использовать природный торф [58]. Использование торфа в качестве удобрения и сорбента действительно имеет ряд преимуществ так как он является доступным и дешевым.

О перспективах широкого использования торфа и его производных при рекультивации нефтезагрязненных земель также отмечает А.С. Кремис. По его мнению использования торфа является оптимальным вариантом по эффективности и стоимости работ по восстановлению нефтезагрязненных земель [49].

Е.А. Монахова отмечает, что после завершения биологического этапа рекультивации земель необходимо проводить работы по восстановлению растительного покрова — произвести высадку видов трав, саженцев кустарниковой и древесной растительности, ранее произраставших на данной территории [57].

Ликвидация подземных загрязнений грунтов нефтепродуктами представляет более сложную инженерную задачу, чем локализации поверхностного загрязнения грунтов. Ликвидация подземных загрязнений нефтью и нефтепродуктами в большинстве случаев производится в два этапа:

технический и биологический. На первом этапе в рамках контура нефтяного подземного загрязнения производится бурение нагнетательных и дренажных скважин. Через нагнетательные скважины подается вода под давлением, которая вытесняет нефтепродукты в дренажные скважины. Извлеченные нефтепродукты утилизируются термическим или иным стандартным способом. Биологический этап заключается в закачке через систему нагнетательных скважин биологических препаратов, стимулирующих углеводородокисляющую микрофлору [55].

В случае, подземного нефтяного загрязнения на небольшой глубине относительно поверхности земли возможно провести все необходимые работы по его локализации без бурения нагнетательных и дренажных скважин; в рамках контура подземного нефтяного загрязнения устраивается система дренажных каналов и производится вымыв нефтепродуктов на поверхность и их сбор для дальнейшей утилизации.

В случае, подземного загрязнения в относительно небольшом слое грунтов на небольшой глубине относительно поверхности земли, оптимальным вариантом локализации является выемка загрязненного грунта и его обработка биологическими или высокотемпературными методами. После обезвреживания грунт возвращается обратно.

Стоит отметить, что работам по ликвидации подземных загрязнений нефтепродуктами всегда предшествуют работы по обследованию возможной территории подземного загрязнения, локализации подземной линзы, включающие в себя исследование территорий с применением геофизических и геохимических методов, бурение контрольных и наблюдательных скважин, отбор проб воды и подземных грунтов на содержание нефти и нефтепродуктов, монолитов. По итогам обследования определяется приблизительный контур и площадь залегания подземной линзы и составляется проект на ликвидацию подземного загрязнения, который согласовывается с контролирующими органами. Описанная выше технология очистки подземных загрязнений

позволяет снизить содержание нефти и нефтепродуктов в подземных грунтах на 60-70% [54].

Применение названных биологических методов очистки грунтов хорошо подходит для применения на территориях, где отсутствуют строения и сооружения. На застроенных территориях перед применением таких технологий необходимо провести исследования как изменятся свойства грунтов из-за присутствия нефтепродуктов и микроорганизмов, их разлагающих.

Исследователи К. В. Титов, Ю. Т. Ильин, П. К. Коносавский, А. В. Муслимов, О. В. Рыбальченко, О. Г. Орлова, А. Мено выяснили, что присутствие нефтепродуктов и бактерий деструкторов приводит к значительным изменениям свойств песчаных грунтов [76]. Изменение свойств грунтов может неблагоприятно отразиться на устойчивости зданий и сооружений.

В работах Н.Н. Бракоренко также отмечено влияние нефтепродуктов на петрографический состав пород и физико-механические свойства грунтов (на примере г. Томска) [16].

Наиболее быстро снижения содержания концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах может обеспечить их откачка, после чего в зависимости от степени загрязнения выполняется их очистка и закачивание обратно или утилизация на специализированном предприятии. Существует и альтернативная технология снижения концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах (без откачки); данной технология включаю подачу в загрязненный водоносный горизонт бактерий-деструкторов нефтепродуктов и кислорода. Восстановление качества грунтовых вод таким способом хорошо применимо на относительно небольших пространствах, например для территорий АЗС и АЗК.

Для локализации поверхностного загрязнения грунтов нефтепродуктами в пределах территорий АЗС и АЗК можно использовать можно метод рекультивации на месте или провести их выемку и утилизацию на специальном полигоне. Достоинствами метода рекультивации можно назвать невысокую стоимость работ, а недостатками то, что для снижения концентрации

нефтепродуктов на 50-70 % (от первоначального содержания) в грунте требуется 2-3 года. Метод выемки загрязненных грунтов с их последующей утилизации на специальном полигоне имеет свои преимущества по времени выполнения работ, а недостатками является высокая стоимость выполнения работ.

Таким образом, существует множество методов, которые позволяют существенно снизить загрязнение грунтов и подземных вод от нефтепродуктов.

Способы защиты подземных вод от загрязнения нефтепродуктами для каждой АЗС г. Томска необходимо выбирать индивидуально с учетом инженерно-геологических, гидрогеологических условий территории. Единого метода очистки подходящего для всех объектов не существует.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований выявлено, что основными причинами углеводородного загрязнения геологической среды города Томска являются аварийные и штатные утечки с предприятий хранения и переработки нефти, нефтебаз и многочисленных АЗС, АЗК.

Выяснено, что степень загрязнения грунтов и подземных вод нефтепродуктами АЗС и АЗК зависит в большей степени от следующих факторов: рельеф и геологическое строение, гидрогеологические условия, проницаемость грунтов, слагающих разрез зоны аэрации, объемов реализуемых нефтепродуктов. Следует отметить также, что наиболее высокие концентрации нефтепродуктов в грунтах и подземных водах территорий характерны для АЗС, через которые реализуется большие объемы нефтепродуктов.

В целом для большинства АЗС и АЗК можно отметить ежегодное увеличение концентрации нефтепродуктов в грунтах и подземных водах, что в свою очередь приводит к существенному ухудшению общей экологической обстановки города.

Особенность подземного загрязнения нефтепродуктами заключается в том, что его реальные масштабы трудно оценить.

В проектном разделе диссертации был рассмотрен вариант размещения новой АЗС в проектируемом районе «Новый город» с учетом того, площадка под строительство расположена на территории бывшего промышленного предприятия. Данное предприятие функционировало более 30 лет; предполагается, что содержание нефтепродуктов в грунтах и подземных водах превышает фоновые так как нефтепродукты многие годы складировались на территории и использовались во многих технологических процессах.

Проект инженерных изысканий для проектирования АЗС на нефтезагрязненной территории имеет ряд особенностей, которые направлены на оценку возможных изменений свойств грунтов по причине возможного повышения содержания нефтепродуктов из-за перераспределения

существующего загрязнения или возможного загрязнения от эксплуатации объекта.

Минимизация негативного влияния проектируемой АЗС на геологическую среду достигается выбором оптимального варианта ее размещения в проектируемом районе «Новый город»; для этого было проведено составление карты защищенности подземных вод всей территории. Такой подход предлагается использовать при проектировании всех АЗС г. Томска.

Фактически проектируя объект на нефтезагрязненной территории нужно особое внимание точности определения содержания нефтепродуктов в грунтах и подземных водах. Присутствие нефтепродуктов в грунтах приводит к изменению их свойств, а это в свою очередь напрямую связано с устойчивостью зданий и сооружений.

Если в процессе изысканий выяснено, что содержание содержанию нефтепродуктов в грунтах и подземных водах превышает фоновые, то необходимо провести дополнительные исследования, которые будут включать искусственное загрязнение образцов грунта нефтепродуктами и изучение изменений физико-механических свойств.

Наиболее часто для определения нефтепродуктов в грунтах применяют методы инфракрасной спектрометрии или флуориметрического анализа. Данные методы имеют недостатки по диапазону определяемых концентраций и больших погрешностей (при наличии в пробе легких фракций типа бензина). Оба названные выше метода можно использовать только в случае, когда известен тип нефтепродуктов, которыми загрязнён грунт и известно отсутствие легких фракций типа бензина.

Для определения содержания нефтепродуктов в пробах грунта и воды городских территорий наиболее предпочтительным является метод газовой хроматографии. В частности, газовая хроматография дает возможность не только с достаточной степенью надежности определять в грунтах содержание углеводородов, но точно идентифицировать их типы (виды) - различных

нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо, моторные масла, мазут и другие.), что очень важно при определении источника загрязнения.

Таким образом, главная особенность инженерных изысканий на нефтезагрязненной территории первоначально заключается в выборе точных методов определения содержания нефтепродуктов в грунтах и подземных водах. Далее необходимо по возможности определить источник загрязнения. На основе это делается прогноз возможных изменений состояния инженерно-геологических условий и производится разработка мероприятия по снижению концентраций нефтепродуктов в грунта и подземных водах.

Литература

1. Абрамов С. П. Инженерные изыскания в строительстве / С. П. Абрамов, Ф. В. Залесский, Т. А. Ларина и др.; Под ред. С. П. Абрамова – М.: Стройиздат, 1982 с 359
2. Алехин В.Г. Биологическая активность и микробиологическая рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами /, В.Т. Емцев, Е.А. Рогозина, А.И. Фахрутдинов / – Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2008, №6, с 211-218.
3. Арипов Н. Ф. Инженерно-геологические изыскания: Справочное пособие / Н. Ф. Арипов, Е. С. Карпышев, Л. А. Молоков, В. А. Парфиянович - М. Недра 1989, 297 с.
4. Армишева Г. Т. Проблема переработки нефтесодержащих отходов /Г. Т. Армишева, В. Н. Коротаев, А. М. Сергеев /Сопряженные задачи механики, информатики и экологии: материалы Международной конференции, Томск, 2004 с. 22-23.
5. Басыров Н.Ф. Эколого-геохимические исследования Белоярского района Тюменской области / Н.Ф. Басыров, Э.И. Валеева, Д.В. Московченко / Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2011, №9, с 315-322.
6. Бачурин Б.А. Особенности нефтезагрязнения природных геосистем Западной Сибири / Б.А. Бачурин, Л.М. Авербух, Т.А. Одинцова – Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2013, №6, с 432-438.
7. Боровский Б.В. К проблеме локализации и ликвидации нефтяных загрязнений на объектах Минобороны РФ / Б.В. Боровский, Л.В. Боровский, С.Н. Бухарин, С.И. Григоров, Н.Н. Егоров, Ю.К.

- Шипулин, А.А. Шипанский, А.И. Юнак / Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 1997, №5, с 75-81.
8. Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания / Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг – М., 2014.
9. Бондарик Г.К. Инженерная геология. Вопросы теории и практики. Философские и методологические основы геологии: учебное пособие для вузов / Г. К. Бондарик, Л. А. Ярг; - М.: КДУ, 2015. - 295 с.
10. Бондарик Г.К. Инженерная геодинамика: учебник/ Г. К. Бондарик, В. В. Пендин, Л. А. Ярг – М.: Университет, 2007. - 440 с.
11. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований : учебное пособие — М.: Недра, 1986. - 332 с.
12. Бочкарева Ю.В. Изучение процессов биodeградации углеводородов нефти, загрязняющих почву [Электронный ресурс] //Проблемы геологии и освоения недр: труды XVI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых 2012 г.: в 2 т. / под ред. О. Г. Савичева. - 2012. - Т. 2.
13. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г. Томска): Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. геол. - минер. наук. - Томск, 2013г. - 7-9 с.
14. Бракоренко Н.Н. Состояние компонентов геологической среды территорий АЗС и АЗК г.Томска [Электронный ресурс] /Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием, г. Томск, 23–27

ноября 2015 г. / под ред. А. Ю. Дмитриева. - Томск: ТПУ, 2015. с. 315-320.

15. Бракоренко Н.Н. Типизация грунтовых толщ территории г. Томска в связи с прогнозом загрязнения их нефтепродуктами /Проблемы геологии и освоения недр: труды XI международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 80-летию академика, Президента международного горного конгресса, Лауреата государственной премии СССР М. И. Щадову / - Томск: ТПУ, 2015. с. 138-140.
16. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г.Томска): диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : спец. 25.00.36 - Томск: ТПУ, 2015. с.10-15.
17. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г. Томска) [Электронный ресурс] / Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. геол. - минер. наук. - Томск, 2013г. - 7-9 с.
18. Бракоренко Н.Н. Зависимость распространения нефтепродуктов в грунтах от их состава (на примере г. Томска) /Проблемы геологии и освоения недр: труды X Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 100-летию первого выпуска сибирских инженеров и 110-летию основания ТПУ; г. Томск, 3-8 апреля 2006 г. / под ред. В. А. Домаренко. - Томск, 2013г. – 130-132 с.
19. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на

примере г.Томска): диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : спец. 25.00.36 - Томск: ТПУ, 2015. с.10-15.

20. Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г. Томска): Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. геол. - минер. наук. - Томск, 2013г. - 7-9 с.
21. Бракоренко Н.Н. Зависимость распространения нефтепродуктов в грунтах от их состава (на примере г. Томска) / Проблемы геологии и освоения недр: труды X Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 100-летию первого выпуска сибирских инженеров и 110-летию основания ТПУ; г. Томск, 3-8 апреля 2006 г. / под ред. В. А. Домаренко. - Томск, 2007г. – 130-132 с
22. Бракоренко, Наталья Николаевна. Критерии экологической оценки геологической среды в связи с воздействием нефтепродуктов [Электронный ресурс] / Вестник Томского государственного университета (ТГУ) - 2015 - № 393.
23. Бракоренко Н.Н. Загрязнение грунтовых вод городских территорий нефтепродуктами (на примере города Томска) [Электронный ресурс]/ Н. Н. Бракоренко, Е. Ю. Пасечник // Экология урбанизированных территорий. — 2015. — № 3.
24. Булатов А.И. Справочник инженера-эколога нефтедобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов - М., 1999. - 634 с.
25. Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР – М.: Мысль, 1978.

26. Гольдберг В.М. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В.М. Гольдберг, В.П. Зверев, И.А. Арбузов и др. – М., 2001.
27. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В. М. Гольдберг, С. Газда / М. : Недра , 1984 с 262
28. Госсен Л. П. Экология нефтегазового комплекса /Л. П. Госсен, Л. М. Величкина; Рос. акад. наук, Институт химии нефти/Томск: ТГУ, 2007 с 179
29. Гуртяк А.А. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора / А.А. Гуртяк, В.В. Углев /Геозэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2004, №5, с 398-408.
30. Давыдова С. Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде : учебное пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов М. : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов , 2004 с 163
31. Дубровская С. А. Геоэкологическая оценка состояния почвенного покрова в условиях городских ландшафтов /С. А. Дубровская ; [отв. ред. Н. О. Кин] ; Рос. акад. наук, Урал. отделение, Оренбург. науч. центр, Ин-т степи/ Екатеринбург : РИО УрО РАН , 2013 с 151
32. Дутова Е.М. Основы практической гидрогеологии и инженерной геологии: Учебное пособие. / Дутова Е.М., Емельянова Т.Я., Кузеванов К.И. – Томск. ТПУ, 2008. – 115 с.
33. Другов Ю.С. Экологические анализы при нефтеразливах / Ю.С. Другов, А.А. Родин – М., 2007. - 270 с.
34. Емельянов А.Г. Основы природопользования – М., 2009. - 310.
35. Еськов Е.К. Экология: закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия – М., 2013. - 280.

36. Закруткин В.Е. Экологические последствия эксплуатации нефтехранилищ в междуречье рек Дон и Сал / В.Е. Закруткин, Ю.И. Холодков, А.Д. Подольский /Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2007, №6, с 506-517.
37. Захарченко А. В. Технология ремедиации почв, загрязненных нефтью, с использованием внутрипочвенного дренажа на открытых участках и под сооружениями /А. В. Захарченко, Е. Д. Лапшина, М. Г. Кульков
38. Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины – Томск: ТГУ, 1976.
39. Калашникова Л.В. География России – М.: Энциклопедия, 2005.
40. Каминская Я. В. Характеристика деформационных свойств грунтов участка по ул. Нефтяной (г. Томск) [Электронный ресурс] /Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 1-5 апреля 2013 г.: в 2 т. / под ред. А. Ю. Дмитриева. - Томск, 2013г. – 140-142 с.
41. Колодная, М. И. Проблемы роста площадей загрязненных земель [Электронный ресурс] /Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, г. Томск, 2015 г. / под ред. А. Ю. Дмитриева. - Томск, 2015г. – 150-154 с.
42. Короновский Н.В. Геология / Н.В. Короновский, Н.В. Ясаманов – М.: Академия, 2006.
43. Короновский Н.В. Геология / Н.В. Короновский, Н.В. Ясаманов – М.: Академия, 2007.
44. Королев В.А. Очистка грунтов от загрязнений – М., 2001. - 314.

45. Кошинский С.Д. Климат Томска / С.Д. Кошинский, Л.И. Трифонова, Ц.А. Швер. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1982.
46. Кульков М.Г. Состав и особенности изменения со временем водорастворимого комплекса органических веществ нефтезагрязненной водной среды. / М.Г. Кульков, Ю.В. Коржов, В.Ю. Артамонов, В.В. Углев. Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 320. № 1
47. Кульков М.Г. Индивидуальные органические соединения нефти как индекаторы техногенного нефтяного загрязнения водной среды / М.Г. Кульков, В.Ю. Артамонов, Ю.В. Коржов, В.В. Углев / Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317. №1
48. Курбатова А.С. Оценка состояния почв и грунтов при проведении инженерно-экологических изысканий / А.С. Курбатова, С.А. Герасимова, Т.В. Решетина и др. - М., 2005. - 180 с.
49. Кремис А. С. Возможность использования гуматных сорбентов при рекультивации земель после проведения аварийно-восстановительных работ на нефтепроводе [Электронный ресурс] /Проблемы геологии и освоения недр: труды Девятого международного симпозиума им. М. А. Усова, 2005 г. Томск / под ред. Г. М. Ивановой - Томск, 2015г. – 543-545 с.
50. Кржиж Л. Опыт применения технологии очистки почвы, загрязненной нефтепродуктами, в условиях крайнего севера/ Л. Кржиж, И. Чепелакова, П. Мотейль, И. С. Пашковский /Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2007, №6, с 561-567.
51. Кузеванов К.И. Исследования техногенных изменений гидрогеологических условий г. Томска: Автореферат. Дис. на

- соискание ученой степени канд. геол. - минер. наук. – Томск, 1998.
52. Лайоноза У. Большой справочник инженера нефтегазодобычи. Бурение и закачивание скважин: пер. с англ. / У. Лайоноза, Г. Плизга. – СПб., 2009. - 628 с.
53. Лушников С.В. Восстановление нарушенных земель /Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2006, №5, с 442-446.
54. Лушников С.В. Восстановление водных экосистем /Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2007, №4, с 563-568.
55. Мазур И.И. Экология строительства объектов нефтяной и газовой промышленности – М., 1991. - 280.
56. Макушин Ю.В. Оценка загрязнения вод на территории СФО нефтепродуктами – Томск. 2007.
57. Монахова, Е. А. Рекультивация и охрана земельных участков объектов нефтегазодобывающего комплекса на землях лесного фонда [Электронный ресурс] / Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 2014 г.: в 2 т. / под ред. А. Ю. Дмитриева. - Томск, 2014г. – 242-245 с.
58. Огородников А.В. Почвенно-экологический мониторинг загрязнения пойменных экосистем нефтью и продуктами нефтедобычи на нефтяных месторождениях Западной Сибири /А.В. Огородников, В.П. Середина, В.С. Хромых Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: Материалы международной конференции, 14-17 марта 2000 г. Томск, 2000.

59. Пасечник Е.Ю. Эколого-геохимическое состояние природных вод территории города Томска (правобережной части р. Томь) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. геол. - минер. наук. - Томск, 2010 г. – 21-22 с.
60. Пашковский И. С. Применение математического моделирования при ликвидации загрязнения почвы и подземных вод нефтепродуктами / И. С. Пашковский, Д. В. Коннов, И. С. Клейн, Л. Кржиж, П. Мотейл. / Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2002, №5, с 436-441.
61. Пермяков П. П. Влияние паводковой воды и нефтяного загрязнения на тепломассообменный режим грунта /П. П. Пермяков Вестник Томского государственного университета. 2004 N 284 С. 242-245
62. Подавалов Ю.А. Экология нефтегазового производства – М., 2010.
63. Раковская Э.М. Физическая география России / Раковская Э.М., Давыдова М.И. – М.: Владос, 2003.
64. Ребрик Б.М. Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях — М.: Недра, 1979.
65. Ремезова В.В. Экология нефтегазового комплекса / под ред. В.В. Ремизова – М., 2003.
66. Рихтер Г.Д. Западная Сибирь – М.: Академия наук, 1963
67. Рождественская Л. А. К методике инженерно-геологических исследований городских территорий (на примере г. Томска) / Л. А. Рождественская, М. А. Малышев, М. В. Балюра //Вопросы методики инженерно-геологических исследований/ под ред.

Ф. П. Нифантова Томский политехнический институт (ТПИ). - 1967. - С. 18-25.

68. Середина В.П. Оценка техногенного воздействия нефти на свойства почв Западной Сибири / Известия Томского политехнического университета. 2003 Т. 306. №2
69. Физико-химические методы исследования нефтей и нефтепродуктов : методические указания к проведению лабораторных работ по курсу "Методы исследования нефтей и нефтепродуктов" для специальности 020101 - "Химия" /Том. гос. ун-т, Хим. фак. ; [сост.: Л. Д. Стахина]/ Томск : ТГУ , 2009 с 74
70. Тик, И. А. Геоэкологическое состояние грунтов и подземных вод территорий АЗС г. Томска [Электронный ресурс] / И. А. Тик; науч. рук. Н. Н. Бракоренко //Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летнему юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 апреля 2015 г.: в 2 т. / под ред. А. Ю. Дмитриева. - Томск, 2015г. – 455-456 с.
71. Тик И.А. Современные методы защиты окружающей среды от загрязнения нефтепродуктами на территориях АЗС (на примере г. Томска) / Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. Сборник статей: под ред. Матишов Г.Г. – 2015 – Ростов на Дону – 246-248.
72. Тик И.А. Утилизация нефтешламов и нефтесодержащих отходов с использованием высокотемпературного дожига продуктов сгорания/ VIII Всероссийский симпозиум Контроль окружающей среды и климата. Материалы симпозиума – 2012 – Томск – 237-238.

73. Тик И.А. Утилизация твердых бытовых отходов и защита окружающей среды в России / Проблемы геологии и освоения недр: труды XVI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова – 2012 – Томск – 608-609.
74. Тик И.А. Оценка загрязнения подземных вод нефтепродуктами территорий АЗС г. Томска / Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова – 2016 – Томск – 448-450.
75. Тетельмин В.В. Геоэкология углеводородов / В.В. Тетельмин, В.А. Язев – Чебоксары, 2009.
76. Титов К. В. Изменение физических свойств загрязненного нефтепродуктами песка при бактериальном воздействии / К. В. Титов, Ю. Т. Ильин, П. К. Коносовский, А. В. Муслимов, О. В. Рыбальченко, О. Г. Орлова, А. Мено / Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2012, №5, с 455-469.
77. Чувакин В. С. Основы инженерной геологии : Учебное пособие /В. С. Чувакин; Том. гос. ун-т Томск : ТГУ , 2003
78. Шалагина, А. А. Рекультивация нефтезагрязненных территорий с применением метода биоремедиации [Электронный ресурс] / А. А. Шалагина, Д. С. Бакулев, Р. Р. Ахмеджанов // Сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, - Томск, 2015г. – 372-377 с.
79. Яковлев В. С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды /В. С. Яковлев М. Химия 1987 с 150
80. ООО «ТБК» Отчет по инженерно-геологическим изысканиям по объекту «Новый город» Томск, 2014.

Нормативная литература

81. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: Стандартиформ, 2011.
82. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М.: Стандартиформ, 2015.
83. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Стандартиформ, 2015.
84. ГОСТ 12071-2001 Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов. – М.: Стандартиформ, 2002.
85. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ. – М.: Стандартиформ, 2008.
86. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – М.: Стандартиформ, 2013.
87. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. – М.: Стандартиформ, 2010.
88. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. – М.: Стандартиформ, 2010.
89. ГОСТ 9.602-2005 ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Стандартиформ, 2007.
90. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель (утв. Роскомземом 28.12.1994,

Минсельхозпродом РФ 26.01.1995, Минприроды РФ 15.02.1995г.)

91. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. – М.: Минздрав России, 2007.
92. НПБ 111-98* Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности. – М.: ВНИИПО МВД России, 1998.
93. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. – М.: Минздрав России, 2002.
94. РД 153-39.4-033-98 Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приеме, транспортировании, хранении и отпуске на объектах магистральных нефтепродуктопроводов. – М.: Минтопэнерго, 1998.
95. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. – М.: Стандартинформ, 2007.
96. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии М., 2005.
97. ПНД Ф 14.1:2.116-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим методом. – М., 2004.

98 СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 – М., 2013.

99 СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ – М., 1998.