

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Специальность: Прикладная геология  
 Отделение геологии

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>Инженерно-геологические условия южной части г. Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона «Южный»</b> УДК 624.131.3:625.739(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Ващенко М.И.	<i>Ващенко</i>	

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л.А.	Д. Г.-М. Н.	<i>Строкова</i>	14.06.2018

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Бурение скважин»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший препод.	Шестеров В.П.			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К. Э. Н.	<i>Пожарницкая</i>	7.06.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К. Х. Н.	<i>Вторушина</i>	13.06.18

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бракоренко Н.Н.	К. Г.-М. Н.	<i>Бракоренко</i>	14.06.2018

Томск – 2018 г.

**Планируемые результаты освоения ООП**  
**21.05.02 «Прикладная геология»**

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
<b>Общие по специальности подготовки (универсальные)</b>		
P1	Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j)
P2	Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2., 1.4., 1.6, 2.5., 2.6., 3.5., 3.8., 3.9 ), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3е,к)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2.), СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3г)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3д)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6.), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3д)
P6	Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с, h, j)
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
<b>Профили (профессиональные компетенции)</b>		
P8	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19,20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 9.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P10	Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3б,с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P11	Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3е, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P12	Демонстрировать компетенции, связанные с особенностью проблем, объектов и видов комплексной инженерной деятельности, не менее чем по одной из специализаций: • Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, • Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания, • Геология нефти и газа	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1.6, 2.1-2,8; 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»

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

Инженерная школа природных ресурсов  
Специальность: Прикладная геология  
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

*А.В.Б...* 14.06.18 *Бракоревко Н.Н.*  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
213Б	Ващенко М.И.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия южной части г. Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона «Южный»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.04.2018 №3054/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Фондовый материал изысканий организации, опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.</p> <p>В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства. Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.</p>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геологическая карта</li> <li>2. Карта инженерно-геологических условий участка, инженерно-геологический разрез</li> <li>3. Расчетная схема сооружений с геологической средой</li> <li>4. Геолого-технический наряд скважины</li> <li>5. Спецвопрос</li> </ol>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*


Раздел	Консультант
Бурение	В.П. Шестеров
Социальная ответственность	А.Н. Вторушина
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	О.В. Пожарницкая

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**


--

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2018
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Л.А. Строкова	Д. Г. - М.Н.		01.03.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Ващенко Максим Игоревич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
213Б	Ващенко Максиму Игоревичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Геологии</b>
Уровень образования	Специалист инженер	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

*1. Проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона «Южный» в г. Томске*

Участок работ находится на территории южной части г. Томска. Рельеф территории значительно расчленён, благодаря развитию террас реки Томи и её притоков, а также сети логов.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

**1. Производственная безопасность**

1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке проекта инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона «Южный».

1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке проекта инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона «Южный».

**2. Экологическая безопасность**

– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы);  
– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов);  
– анализ воздействия объектов на литосферу (отходы, нарушения естественного залегания пород);  
– решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

**3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**


- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- выбор наиболее типичной ЧС;
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

– перечень возможных ЧС на объекте техногенного характера;  
– разработка мер по повышению устойчивости объекта к наиболее типичной ЧС;  
– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>
--	---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Ващенко Максим Игоревич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
213Б	Ващенко Максиму Игоревичу

<b>Школа</b>	<b>Отделение</b>
Уровень образования	Направление/специальность
Специалист инженер	21.05.02 Прикладная геология

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

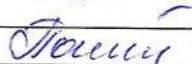
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы (ЦБС-2006); - СГЭ-99; - Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы (ЕНВиР) - СН вып.1, вып.5, вып.7, вып.9
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налог на добавленную стоимость - 18% Инфляционный коэффициент - 45,12

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Свод видов и объёма работ на инженерно-геологические изыскания
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Расчет сметы на инженерно-геологические изыскания
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение стоимости проекта инженерно-геологических исследований участка для строительства автосалона «Южный» в г. Томске

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К. Э. Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
213Б	Ващенко Максим Игоревич		

## Оглавление

Введение.....	12
<b>1. Общая часть. Характеристика района работ .....</b>	<b>13</b>
1.1. Физико-географическая и климатическая характеристика.....	13
1.1.1 Рельеф .....	18
1.1.2 Гидрография.....	18
1.1.3 Климат .....	19
1.2 Геологическое строение района.....	20
1.2.1 Стратиграфия и литология .....	20
1.3 Гидрогеологические условия .....	33
1.4 Геологические процессы и явления.....	37
<b>2. Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ.....</b>	<b>41</b>
2.1 Рельеф участка .....	41
2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости .....	41
2.3 Физико-механические свойства грунтов .....	42
2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012) .....	42
2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012) .....	43
2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов.....	50
2.4 Гидрогеологические условия.....	50
2.5 Геологические процессы и явления на участке .....	51
2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка.....	52
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружения .....	52
<b>3. Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке.....</b>	<b>53</b>
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий...	53



3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ .....	54
3.2.1 Рекогносцировочные обследования .....	55
3.2.2 Топогеодезические работы .....	55
3.2.3 Проходка горных выработок .....	56
3.2.4 Инженерно-геологическое опробование .....	57
3.2.5 Опытные полевые работы .....	59
3.2.6 Лабораторные исследования грунтов, подземных вод .....	60
3.2.7 Камеральные работы.....	61
3.3 Методика проектируемых работ .....	63
3.3.1 Топографо-геодезические работы .....	63
3.3.2 Буровые работы.....	63
3.3.3 Опробование грунтов .....	67
3.3.4 Полевые опытные работы .....	68
3.3.5 Лабораторные работы.....	68
3.3.6 Камеральные работы.....	72
<b>4. Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий .....</b>	<b>73</b>
4.1 Производственная безопасность .....	73
4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия.....	76
4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия.....	87
4.2 Экологическая безопасность.....	92
4.2.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению.....	92
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	95
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ....	101
<b>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....</b>	<b>107</b>
5.1 Основные направления деятельности ОАО «Томгипротранс».....	107
5.2 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ. ....	108
5.3 Виды и объёмы проектируемых работ .....	109
5.4 Расчет затраты времени на производство работ и сметной стоимости	110

проектируемых работ .....	110
5.5 Расчёт сметной стоимости на выполняемые виды работ по справочнику базовых цен.....	115
<b>Заключение.....</b>	<b>118</b>
<b>Список использованных источников .....</b>	<b>119</b>

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 122 страниц, 25 рисунков, 25 таблиц, 47 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, горные породы, состав, свойства и условия залегания горных пород, гидрогеологические условия, изученность, методика, процессы.

Объектом исследования являются – геологическая среда участка строительства

Цель работы – комплексное изучение инженерно-геологических условий микрорайона «Южный» и разработка проекта изысканий под строительство автосалона (г. Томск).

В процессе исследования проводились анализ и обобщение литературных сведений, фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных исследований.

В результате исследования обоснованы необходимые виды и объемы работ, составлена смета на выполнение работ.

Степень внедрения: разработка проекта инженерных изысканий для строительства автосалона.

Область применения: инженерно-геологические изыскания.

Экономическая эффективность/значимость работы: сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство автосалона, с учетом НДС, равна **857302 рублей 47 копеек**.

## Введение

Настоящая работа представляет собой дипломный проект инженерно-геологических исследований участка для строительства автосалона вблизи Богашевского тракта (г. Томск) (рис.1.1).

Основная цель работы – изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство автоцентра на стадии рабочей документации.

Задачей является нахождение оптимальных приемов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования, и получение информации о свойствах геологической среды.

Материалы для написания проекта предоставлены ОАО «Томгипротранс». Работа выполнена на основе учебных, нормативных, а также фондовых материалов.

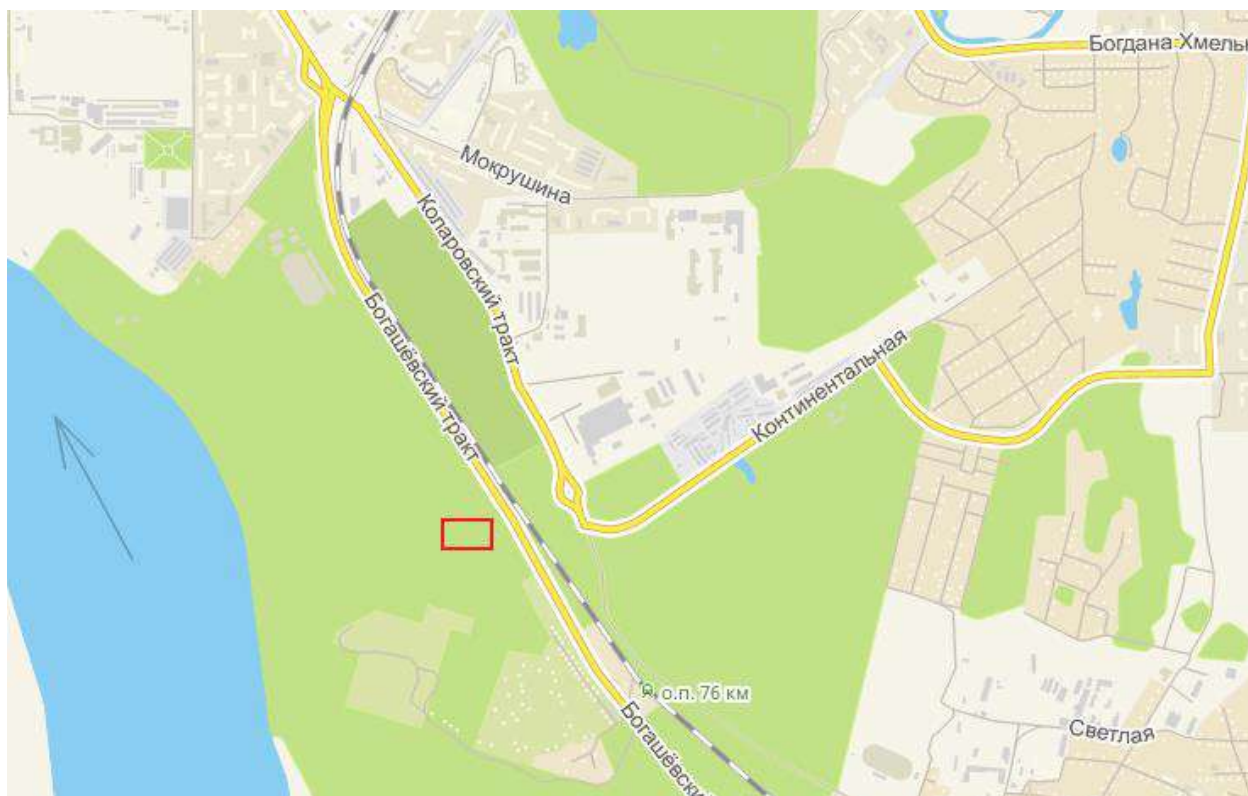


Рисунок 1.1 – Обзорная схема [10]

 – изучаемый участок

## **1. Общая часть. Характеристика района работ**

### **1.1. Физико-географическая и климатическая характеристика**

Томская область расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины и граничит с Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской областями и Красноярским краем. Областной и административный центр – г. Томск расположен, и является частью Томь–Яйского междуречья, на правом берегу р. Томи в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты, на границе её с Томь-Колыванской складчатой зоной. [1]

Долина реки Томи образует ряд террасовых уступов, поверхности которых относительно ровные с небольшим уклоном к реке. Склоны их различны по высоте и крутизне. Наличие в пределах города склонов крутизной 650 – 700 способствует развитию интенсивной эрозионной деятельности, оврагообразования и оползневых процессов.

Рельеф городской территории и его инженерно-геологические условия осложняются р.Томью, правыми притоками р. Томи - р. Басандайкой в южной части города, р. Ушайкой в центре города и р. Киргизкой в северной его части. [1]

Геоморфологически территория города представлена тремя надпойменными террасами р. Томи и пологим западным склоном Томь-Яйского водораздела. Западный склон водораздела Томь-Яя - это наиболее возвышенная часть территории города.

Рельеф водораздела расчленён сетью логов с микропонижениями, западинами и заболоченностью. По физико-географическому районированию (Коженкова, Тюменцев 1962; Булатов 1966) территория Томь–Яйского водораздела располагается в пределах Кеть-Чулымской южно - таежной провинции таежной зоны, которая характеризуется водораздельным холмисто-западинным типом местности. У речных долин рельеф приобретает холмисто-увалистый характер с густым и глубоким эрозионным

расчленением. Много глубоких интенсивно развивающихся оврагов с крытыми, часто обрывистыми склонами. Центральные части водораздела характеризуются чередованием плоских участков с отдельными холмами-8 м, суффозионными западинами глубиной до 6 м. К северо-западу рельеф междуречья постепенно выравнивается. Долины рек почти всегда имеют асимметричный профиль: правые борта чаще крутые, левые – пологие. Наличие террас рек Томи, Ушайки, Басандайки, Киргизки, на которых преимущественно расположен город Томск, делает поверхность его территории весьма неоднородной. Это ровные с небольшим уклоном в сторону реки Томи поверхности или разной крутизны склоны от 5-10 до 55-60 градусов [1].

Геологическое строение района обусловлено расположением его на стыке тектонических структур Западно-Сибирской плиты и Томь - Колыванской геосинклинальной зоны [2].

Томск располагается на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. Текущая с юга на север (меридионально) на протяжении нескольких десятков километров р.Томь делит окрестности г.Томска на две части.

Водораздельная поверхность правобережья имеет абсолютные отметки до 200 и чуть более метров. Визуально эта поверхность воспринимается как почти идеально ровная. На геоморфологических картах тип рельефа определяется как полого-увалистый. При приближении к долинам местами отмечается понижение водораздельной поверхности – поверхности снижения, скорее всего представляющие собой полностью переработанные денудацией и последующей позднеплейстоценовой субаэральной аккумуляцией склоны древних исчезнувших долин или склоны локальных отрицательных морфоструктур.

Гидрография района представлена долинами р.Томи и ее притоков. Главная артерия гидросети района – р.Томь имеет ширину до 400 м. Долина р.Томи имеет ширину по дну (на уровне высокой поймы – I-ой надпойменной террасы) 3-5 км.

Долина резко асимметрична – ее правый борт, возвышающийся над руслом (относительно отметки рельефа) до 50 м и подмываемым по закону Бэра р. Томью во время половодий, крутой вплоть до скальных отвесных утесов, тогда как левый борт долины, представленный тыловым швом II-ой террасы, выражен плохо. Склоны долины осложнены серией надпойменных террас. Вопрос о количестве террас спорен. По максимальному счету непосредственно в Томске и его ближайших окрестностях некоторыми авторами выделяются следующие террасовые уровни.

Низкая пойма с высотой над руслом 2-4 м развита вдоль русла р.Томи.

Высокая пойма с высотой 5-6 м и до 9 м занимает основную часть площади дна долины на левобережье, а в пределах города развита вдоль Московского тракта.

I-я надпойменная терраса поздненеоплейстоценового возраста высотой 8-12 м развита незначительно. Наиболее четко она развита в районе п.Коларово, который стоит на ней. В г.Томске к ней относят поверхность, на которой расположена пл. им. В.И.Ленина, к/т им. М. Горького, ул. Дальне-Ключевская. Отметим, что по данным дешифрирования аэрофотоснимков наиболее четко нижняя пойма, высокая пойма и первая напойменная терраса выражены с явными отличиями по высоте друг от друга в районе п.Коларово. [1]

II-я надпойменная терраса с высотой над руслом 20-25 м хорошо выражена в рельефе. Она широко развита по левобережью как «Боровая терраса». На ней стоят п.Тимирязево, Кафтанчиково. В пределах города на этой террасе расположены Главпочтамт и Государственный университет. Возраст террасы – середина позднегонеоплейстоцена. [1]

III-я надпойменная терраса средне-поздненеоплейстоценового возраста с высотой 39-42 м севернее долины р.Ушайки развита на Воскресенской горе и вокруг оз.Белое, южнее - узкой (300-500 м) полосой тянется от западной окраины Лагерного Сада до восточного конца пр.Фрунзе.

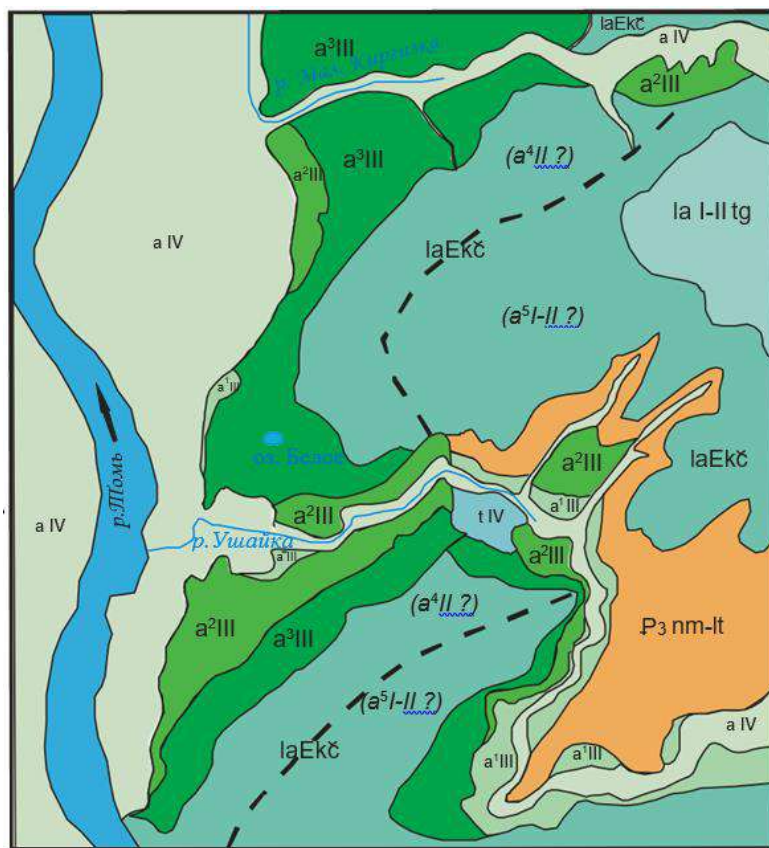
Выделение IV-ой надпойменной террасы, а тем более V-ой проблематично.

IV-я надпойменная терраса с высотой до 50-55 м в северной части развита по ул.Пушкина на отрезке между ул.Яковлева и пр.Комсомольский и далее на север вдоль пр.Мира. В южной части города терраса полосой (более 1 км) тянется от Лагерного Сада на северо-восток до района «Опытное поле». Возраст террасы – средний неоплейстоцен.

V-я надпойменная терраса с высотой до 70 м над урезом р.Томи занимает всю восточную часть г.Томска – пл.Южная – ст.Томск-II – завод ЖБК. Возраст террасы ранний-среднийнеоплейстоцен. По взаимоотношениям IV и V террасы – прислоненные, I, II и III террасы – врезанные. [1]

По поводу приведенного террасового ряда (лестница террас) необходимо сделать следующие серьезные замечания. Высокая пойма и I-я надпойменная терраса в большинстве мест сливаются и составляют один уровень дна долины, который логичнее по преобладанию площади считать высокой поймой. Выделение IV и V-ой террас затруднено отсутствием у них четких тыловых швов – их поверхности сливаются и постепенно переходят в водораздельную поверхность. Спорным является и отнесение развитых на площади распространения террас галечников и песков к террасовым отложениям.





Условные обозначения:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| tIV                  | Техногенные отложения   |
| aIV                  | Современные аллювиальные отложения пойм рек Томь, Киргизка, Ушайка. Галечники, пески, супеси, суглинки.   |
| a <sup>1</sup> III   | Верхнечетвертичные отложения I н/п террасы рек Томь, Ушайка. Галечники, пески, супеси, суглинки.  |
| a <sup>2</sup> III   | Верхнечетвертичные отложения II н/п террасы рек Томь, Ушайка, Киргизка. Галечники, пески, супеси, суглинки.                                       |
| a <sup>3</sup> III   | Верхнечетвертичные отложения III н/п террасы реки Томь. Пески, супеси, суглинки   |
| la I-II tg           | Озерно-аллювиальные отложения тайгинской (федосовской) свиты  |
| laEkč                | Эоплейстоценовые озерно-аллювиальные отложения кочковской свиты. Галечники, пески, суглинки, глины (ранее выделялись как отложения IV и V террас) |
| P <sub>3</sub> nm-lt | Дочетвертичные отложения  |
| — — — — —            | Граница между предполагаемыми IV и V террасами  |

Рисунок 1.2 – Карта четвертичных отложений, Масштаб 1:25 000

(Толща покровных лессовидных суглинков saIII-IV с карты сняты) [Гудымович С.С., 2009]

### **1.1.1 Рельеф**

Рельеф Томской области отличается исключительной равнинностью. На десятки и сотни километров тянутся плоские, сильно заболоченные пространства с отметками, не превышающими 200 м над уровнем моря. Более значительные абсолютные высоты приурочены лишь к крайнему юго-востоку области, куда входят северные отроги Кузнецкого Алатау высотой до 258 м на Томь-Яйском междуречье. От этой наиболее возвышенной части поверхность области слабо наклонена на северо-запад. Именно в этом направлении протекает и р. Обь, которая делит область на две почти равные части. Более возвышенное правобережье с абсолютными отметками, достигающими 189 м, в меньшей степени заболочено и характеризуется лучшей заселенностью. Левобережье включает Васюганские болота, максимальные абсолютные отметки которых в верховьях р. Бакчар достигают 166 м. Центральная приобская часть занята широкой долиной р. Оби с несколькими террасами, высота которых колеблется в пределах 50-100 м над уровнем моря. В районе с. Александровского ширина только одной поймы, заливаемой во время весеннего половодья, достигает 22 км. Ширина же долины р. Оби с более высокими надпойменными террасами превышает 120 км. Таким образом, в рельефе Томской области выделяются водораздельные пространства со значительно заболоченной плоской поверхностью с небольшими озерами и широкие долины р. Оби и ее наиболее крупных притоков.

### **1.1.2 Гидрография**

Главной водной артерией г. Томска является река Томь с её притоками – Басандайкой, Ушайкой, М. Киргизкой, р. Керепеть.

Ширина русла реки Томи в межень колеблется от 200 до 500 м.

Глубина – от 1,60 до 6,0 м.

В зимний период уровень устойчивый, плавно и медленно снижающийся до конца марта и начала апреля. Во второй половине апреля, вследствие интенсивного таяния снега, уровень начинает повышаться. Первая подвижка льда наблюдается между 10 апреля и 8 мая, ледоход наблюдается в период между 13 апреля и 9 мая.

Ледостав приходится на 28 октября и сопровождается заторами. Период реки свободной ото льда длится 167-204 дня.

### **1.1.3 Климат**

Тип климата - континентально-циклонический (переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному). Среднегодовая температура: 0,9°C. Безморозный период составляет 110-120 дней. Зима суровая и продолжительная, минимальная зарегистрированная температура -55 °C (январь 1931 года). Максимальная зарегистрированная температура +37,7 °C (июль 2004). Средняя температура января: -17,1°C, средняя температура июля: +18,7 С. В конце января и феврале бывают кратковременные оттепели до +3°C, которые приносят циклоны из северной Атлантики.

Смена сезонов происходит достаточно быстро, но наблюдаются возвраты к холодам и оттепелям. Годовое количество осадков - 568 мм. Основная их часть выпадает в тёплый период года. Грозы бывают в Томске в среднем 24 раза в год, начинаются в конце апреля и заканчиваются в октябре. Грозы достаточно сильные из-за серьёзного различия температур воздушных масс из Средней Азии и севера Западно-Сибирской равнины с Васюганскими болотами (эти болота дают охлаждающий эффект в летнее время), их основная часть выпадает на вечернее время. Средняя скорость ветра 1,6 м/с, но в начале весны часто дуют сильные ветры с порывами до 30 м/с, причиной чему вызывается частая смена циклонов и антициклонов, сопровождающаяся перепадами атмосферного давления. Господствуют ветры юго-западного и

южного направлений - около 50%. Отопительный период длится с октября по май. 12 июля 2014 года в Томске был отмечен абсолютный максимум температуры за всю историю наблюдений, температура повысилась до +35,9 градуса, прежний рекорд был на 0,8 градуса ниже и отмечался за 39 лет 1 день до этого, 11 июля 1975 года (+35,1 °С). Абсолютный минимум температуры в Томске в сентябре выше, чем в Москве (-8,5 °С), несмотря на существенно большую суровость климата, что также может объясняться более длинным рядом наблюдений за погодой в столице [3].

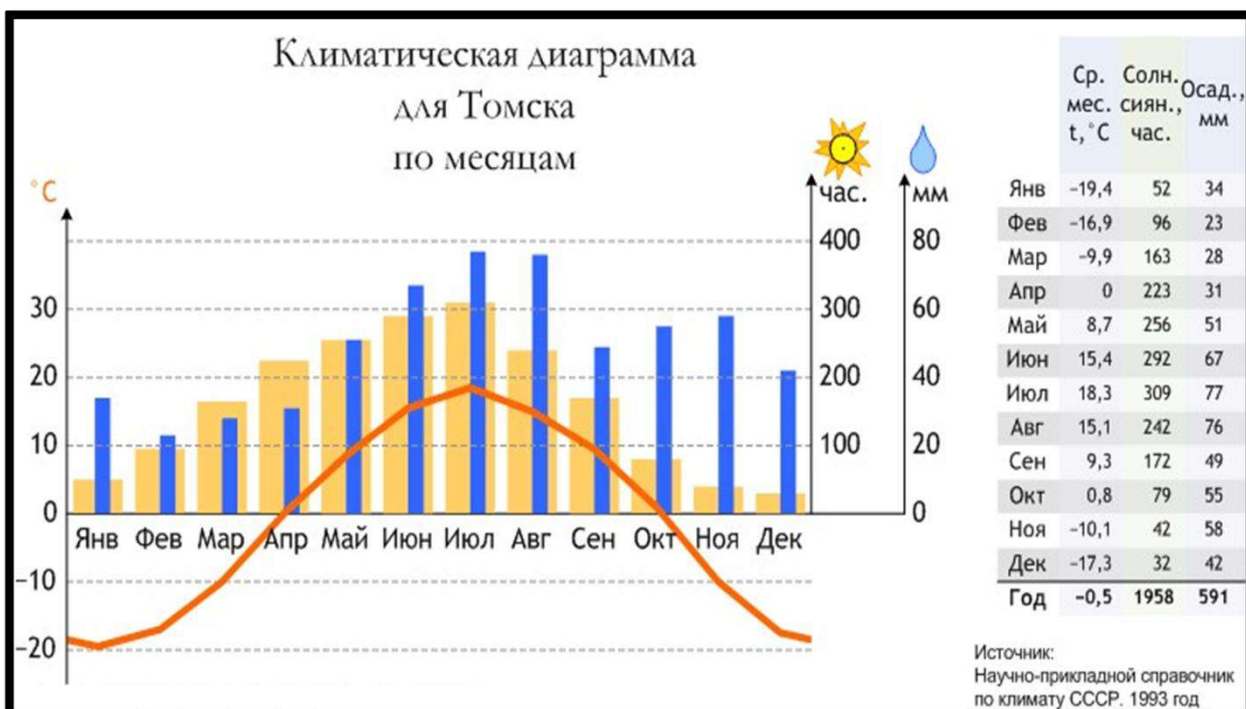


Рисунок 1.3 – Климат г. Томска [7]

## 1.2 Геологическое строение района

### 1.2.1 Стратиграфия и литология

Почти вся Томская область расположена в пределах величайшей равнины мира - Западно-Сибирской низменности - и занимает небольшую часть территории ее центральных и юго-восточных районов. Только на юге области на дневную поверхность выходят каменные палеозойские породы, образующие небольшой (Томский) выступ фундамента. Он является частью горного обрамления Западно-Сибирской низменности и размещается в

пределах Томь-Яйского междуречья. К северу палеозойские породы погружаются под рыхлые отложения мезозойского и кайнозойского возраста. Мощность последних в центральных, северных, западных и восточных районах области колеблется от 2 до 3,5 км. На востоке Томский выступ (бассейн нижнего течения р. Яи) сложен древними метаморфическими, интрузивными и эффузивными породами Кузнецкого Алатау, продолжающимися из Кемеровской области. Западная часть выступа занята верхнедевонскими и нижнекаменноугольными-сероцветными глинистыми сланцами с прослоями и пачками алевролитов, песчаников, редко известняков. Они обнажены по правому берегу р. Томи, южнее г.Томска, и в ее правобережных притоках. Названные осадочные породы, образованные более 230-280 миллионов лет тому назад на дне моря, позднее собраны в складки и пересечены вертикальными дайками изверженных пород типа диабазов. Мощность даек измеряется от нескольких метров до нескольких десятков метров. На остальной территории Томской области палеозойские породы представлены древними сооружениями типа Кузнецкого Алатау. Они слагают различной протяженности горные хребты, например, Александровский, вытянутый в меридиональном направлении, Средне-васюганский и многие другие. Горные сооружения, сложенные наиболее древними породами, разъединяются обширными пониженными пространствами - впадинами, вытянутыми, или изометричными, заполненными морскими осадочными породами верхнего палеозоя. Над понижениями хребты поднимаются на высоту от 200 до 600 м, а местами и больше. Мощный осадочный чехол имеет ритмическое строение. Каждый ритм или, как его иначе именуют, осадочная серия, внизу сложен континентальными сероцветными отложениями, а вверху — морскими глинистыми осадками [5].

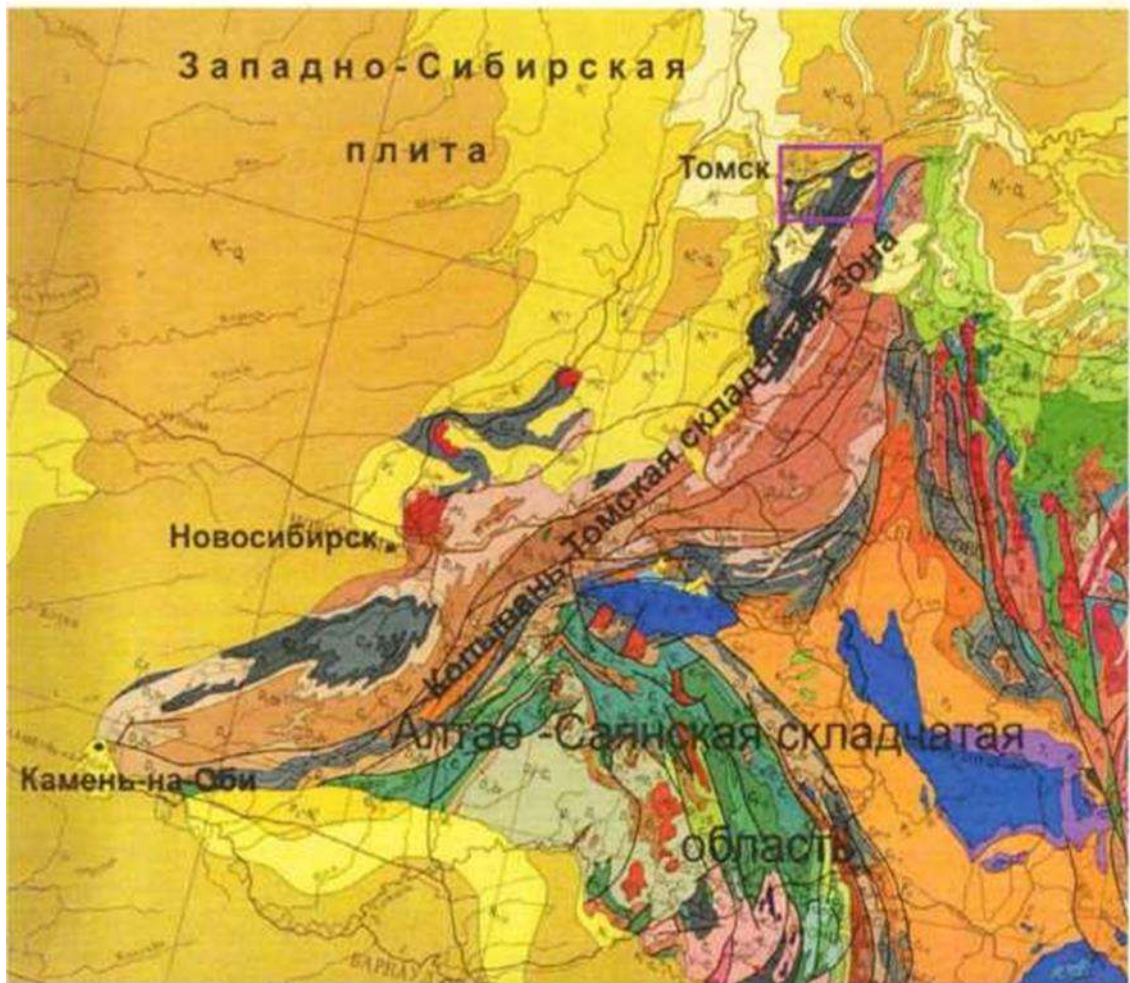


Рисунок 1.4 – Геологическая карта Колывань-Томской складчатой зоны и прилегающих территорий [5]

## **Палеозойская эратема PZ**

### **Каменноугольная система С**

#### **Нижнекаменноугольный отдел С1**

Лагерносадская свита (С1lg) названа по району Лагерный Сад в г.Томске где и находится стратотип. Выделена свита К.В.Ивановым в 1949 году. Распространена лагерносадская свита преимущественно в северо-восточной части КТСФПЗ (Колывань-Томская структурно-фациальная подзона), прослеживаясь непрерывной полосой северо-северо-восточного простирания. Обнажаются отложения свиты в среднем течении правых притоков р.Томи: на р.Ушайке (у д.Протопопово, выше д.Нехорошево, у д.Бодажково), на р.Тугояковка, Басандайка, Б.Киргизка.

Отложения лагерносадской свиты с плохо заметным переходом сменяют отложения ярской толщи, что придает несколько условный характер границе между турнейскими и визейскими отложениями. Лагерносадская свита с некоторыми признаками перемыва перекрывается басандайской свитой.

Сложена лагерносадская свита глинистыми сланцами, с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников, характерных в большей мере для верхних горизонтов свиты. Глинистые сланцы темно-серого до сизого цвета, с хорошо выраженной сланцеватой текстурой. В сланцах обнаруживаются слои, которые обычно содержат значительное количество тонкорассеянного пирита. Характерной особенностью лагерносадской свиты является очень малое количество в ее составе известковистых пород. Для нижней части толщи отмечено слабое проявление слоистости, верхние горизонты свиты содержат частые прослои алевролитов и гнездообразные тела песчаников, а также линзы сидеритизированных пород.

### **Нижний – средний отделы**

Басандайская свита (С1-2 bs) названа по р.Басандайке, правому притоку р.Томи. Впервые была выделена К.В.Ивановым в 1956г. в качестве толщи. В ранг свиты переведена в 1999 г. (Легенда ГДП-200). Распространена басандайская свита в северо-западной части КТСФПЗ. Свита обнажается на правом берегу р.Томи: мыс «Боец»; «Аникинские скалы» у пос.Аникино (некоторые исследователи это обнажение называют «Синий Утес»); на р.Ушайке обнажение «Толстый мыс» в двух больших «Степановских» карьерах в пос.Степановке; на р.Басандайке у с.Некрасово; на р.Киргизке; на р.Тугояковке у д.Батурино; в карьере пос. Мирный; у с.Ярское. Залегает свита с размывом на отложениях лагерносадской свиты и завершает разрез нижнего-среднего карбона Колывань-Томской структурно-фациальной подзоны.

Сложена басандайская свита песчаниками, алевролитами и углисто-глинистыми сланцами. Песчаники являются наиболее характерными и разнообразными в литологическом отношении породами. Они имеют светло-

серую, голубовато-серую, зеленовато-серую и желтовато-серую окраску, средне- и крупнозернистую структуру, нередко слоистую текстуру.

Характерной особенностью басандайской свиты является преобладание в ее составе песчано-алевритового материала, а также наличие пластов с остатками наземной флоры и прослоев каменного угля. Формирование отложений басандайской свиты происходило в часто меняющейся фациальной обстановке: от мелководно-морской до лагунно-континентальной. Об этом свидетельствует чередование слоев, содержащих морскую фауну, со слоями, содержащими пресноводную фауну и растительные остатки. Мощность басандайской свиты 1100 метров.

### **Кайнозойская эратема KZ**

#### **Палеогеновая система (P)**

##### **Палеоцен – Эоцен**

Люлинворская свита(P1-2 II) названа по возвышенности Люлин-Вор в бассейне р. С.Сосьва на Урале, в пределах Томского района свита вскрывается на глубине от 58 до 220 метров, с размывом залегает на отложениях сымской свиты и перекрывается кусковской свитой.

Люлинворская свита сложена глинами и песками. Глины зеленые, зеленовато-серые, белесые, плотные, листоватые, жирные, опоквидные и диатомовые. Подобные глины являются своеобразным стратиграфическим репером. Количество глины в свите по отношению к общей массе пород составляет около 70-80%. Пески темно-зеленой окраски кварцево-глауконитовые. Иногда в песке в основании свиты установлены включения галек кварца, кремней, а также маломощные горизонты кремнистых песчаников, как продуктов выветривания нижележащих пород.

Мощность свиты (в пределах Томского района, в скважинах окрестностей г. Северска) составляет 4 – 24 метра.



## Эоцен

Кусковская свита (P2ks) названа по селу Кусково в Томской области. Впервые была выделена М.П.Нагорским, И.Б.Сандановым и А.С.Столяровым в 1962 году. Распространена свита в основном в Томь-Яйском междуречье, прослеживаясь вдоль периферии складчатого обрамления Томского выступа в виде узкой полосы, обнажается в карьерах в бассейне р.Киргизки, у д.Малиновки. Глубина залегания свиты в пределах Томского района (в скважинах окрестностей г.Северска) меняется от 45 до 195 метров. Кусковская свита залегает согласно на люлинворских глинах, иногда с резким размывом на палеозойском фундаменте и перекрывается осадками атлымской свиты.

Кусковская свита подразделяется на две подсвиты. Нижняя сложена песками и глинами: пески светло-серые, коричневатые, темно-коричневые, участками сажистые, кварцевые, каолинизированные, мелкозернистые с обильными растительными остатками, включениями янтаря, глауконита, стяжений марказита. Верхняя подсвита представлена черными, обогащенными органикой песками и линзами лигнитов, в кровле которых нередко наблюдаются горизонты кремнистых песчаников. В ней наблюдаются линзы бурых углей (4-5 м).

Максимальная мощность осадков свиты вблизи палеозойского выступа составляет 20 – 40 метров.

## Олигоцен

Атлымская свита (P3at) названа по селам Б. и М.Атлыму на р.Оби. Впервые выделена В.А.Николаевым в 1947 г. Распространена свита повсеместно на юго-востоке Западно-Сибирской плиты. В пределах Томского района отложения свиты вскрываются на глубине от 45 до 163 м. Отложения атлымской свиты залегают с размывом на кремнистой коре выветривания, или на кусковской свите и согласно перекрываются новомихайловской свитой.

Свита сложена песками и глинами. Пески серого, буровато-серого цвета, кварцевые, грубо- и мелкозернистые, имеют в составе гидроокислы железа. В основании песков встречаются горизонты кремнистых песчаников. Глины серого, зеленовато-серого цвета опоковидные, каолинизированные, венчаются прослоями лигнитов.

Новомихайловская свита (P3nm) названа по с.Новомихайловке в Новосибирской области. Выделена И.Г.Зальцманом в 1956 году. Отложения свиты распространены повсеместно в центральной и южной частях Западно-Сибирской плиты. Свита вскрывается скважинами в окрестностях г.Томска на глубине от 4 до 90 метров. Свита залегает с незначительным размывом на отложениях атлымской свиты и перекрывается отложениями лагернотомской свиты или четвертичными образованиями.

Свита представлена глинами, алевритами и реже песками. Глины имеют шоколадно-коричневую, бурую, светло-коричневую окраску. Глины интенсивно каолинизированы, жирные, пластичные, в них имеется примесь гидроокислов железа, они обогащены органическим веществом, содержат прослой погребенных почв, стволы деревьев, прослой лигнитов и бурых углей (мощностью от нескольких сантиметров до 6 метров). В глинах часто присутствует тонкая горизонтальная слоистость, подчеркнутая линзочками и гнездами песка, алеврита. Алевриты серого, зеленовато-серого, темно-бурого цвета. Тонкая горизонтальная слоистость в них подчеркнута слойками, обогащенными растительной сечкой. Пески серого, зеленовато-серого, буровато-серого цвета, мелко- и тонкозернистые, алевритистые, плохо сортированные, полевошпатово-кварцевые. Они образуют слои различной мощности с примесью гравийно-галечного материала в основании. Пески, так же, как и алевриты, обогащены растительным детритом и чешуйками слюды.

Для новомихайловской свиты характерной особенностью является наличие прослоев бурого угля, мощностью в несколько метров, лигнитов, растительного детрита и обломков древесины.

Часто в отложениях свиты встречаются пачки, в которых тонко переслаиваются глины, алевроиты и тонкозернистые пески с миллиметровой мощностью отдельных прослоек. Мощность свиты 78-142 метра.

Лагернотомская свита (P3lt) названа по обнажению «Лагерный Сад» в г.Томске. Впервые выделена В.А.Мартыновым, Г.А.Балуевым и Л.А.Пановой в 1970 году. Свита распространена на юго-востоке Западно-Сибирской плиты, обнажается в долинах рек Обь, Томь (в разрезе Лагерного сада), Чулым, Парбиг, Б.Киргизка, в вершине Хромовского оврага (пос.Хромовка) и др., а также вскрывается скважинами. Лагернотомская свита срезает новомихайловскую свиту и залегает в русловых врезках, размывается и перекрывается четвертичными образованиями.

Сложена свита песками, глинами, алевроитами. В отложениях часто встречаются линзы и прослойки лигнитов, бурых углей. Пески серые, темно-серые, иногда зеленовато-серые, мелко-среднезернистые, каолинизированные, в основании толщи с гравием и окатышами глин и сидеритов. Глины серые, темно-серые, желтовато-серые, зеленовато-серые, серо-коричневые, буроватые, запесоченные, алевроитистые. Алевроиты обычно характеризуются хорошо выраженной тонкой и правильной ритмичной слоистостью. В основании, особенно в участках эрозионных врезок, отмечаются прослойки гравеллитов и галечников.

От подстилающих образований новомихайловской свиты лагернотомские отличаются зеленоватой и желтоватой окраской глин.

Мощность свиты до 60 метров. Формировались осадки лагернотомской свиты в аллювиальных условиях [5].

### **Четвертичная система (Q)**

Четвертичные отложения широко развиты на территории города Томска, как на водоразделе, так и в долинах рек Томи, Ушайки, Малой Киргизки и Басандайки. Процессы осадконакопления и денудации на юго-восточной окраине Западно-Сибирской равнины протекали в четвертичном периоде при активном поднятии горной области и в изменчивых климатических условиях.

Они перекрывают все более древние отложения и представлены всеми четырьмя подразделениями: нижним, средним, верхним и современными звеньями.

Общая шкала (МКС - 1995)					Региональная шкала (МКС 1999, 2000)			Местная схема стратиграфии четвертичных отложений окрестностей г.Томска			Абсолютный возраст						
система	надраздел	раздел	звено	ступень	над-горизонт	горизонт	под-горизонт	водоразделы (плакоры)		долины							
								субаэральные фации	субаквальные фации								
<b>ЧЕТВЕРТИЧНАЯ - Q</b>	<b>ПЛЕЙСТОЦЕН - P</b>	<b>НЕОПЛЕЙСТОЦЕН - NP</b>	верхнее - III	4	голоцен										0,01		
					IV	Зырянский	современный				покровные отложения элювиально-делювиальные, делювиальные, субаэральные лессовидные суглинки - <i>salil-IV</i> - <i>LIII-IV</i> (еловская свита - <i>LIII-IV</i> )	элювиальные, делювиальные суглинки эоловые пески - VIII - IV	озерные илы, мергели - <i>pIV</i> ; болотный торф - <i>eIV</i>	пролювиальные супеси, суглинки днщц логов - <i>pIII-IV</i>		низкая а2 IV пойма	I терраса - <i>a<sup>1</sup>III</i>
							3	каргинский								II терраса - <i>a<sup>2</sup>III</i>	
							2	ермаковский									
					1	Бактинский	казанцевский			лимноаллювий - <i>la-III</i> ложбин стока (флювиаллювий - <i>fa II-III</i> ) Супеси, суглинки, пески с гравием (пайдугинская свита)	III терраса - <i>a<sup>3</sup>II-III</i>						
							4	тазовский					IV (?) терраса - <i>a<sup>4</sup>II-III</i>				
							3	ширтинский									
					2	самаровский			озерно-аллювиальные пески, глины, иловатые суглинки (сузгунская свита) - <i>lallsz</i>	IV (?) терраса - <i>a<sup>4</sup>II-III</i>							
					1	тобольский					лимноаллювий - <i>la-III</i> ложбин стока (флювиаллювий - <i>fa II-III</i> ) Супеси, суглинки, пески с гравием (пайдугинская свита)	III терраса - <i>a<sup>3</sup>II-III</i>					
					нижнее - I	Кочковский	шайтанский			Краснодубровская свита - лессовидные суглинки с погрбенными почвами			Тайгинская свита - аллювиально-озерные илы, супеси, пески Федосовская свита - аллювиально-озерные илы, суглинки, супеси, пески	тобольская свита "диагональные" пески с флорой		0,38	
							талагайкинский				Кривошейнская свита - аллювиальные пески отложения прадолин	0,8					
							верхний										верхняя подсвита - озерные глины, суглинки
нижний			Кочковская свита <i>la E kč</i>	нижняя подсвита - аллювиальные пески, галечники													

*Примечание:* Жирным шрифтом выделены стратиграфические подразделения и их индексы, составляющие современную стратиграфическую колонку. Остальные названия реже используются или устаревшие.

Рисунок 1.5 – Схема стратиграфии четвертичной системы [Гудымович С.С. 2009]

### Эоплейстоцен

Кочковская свита (laEкč). Отложения кочковской свиты широко распространены на водораздельных пространствах рек Томь и Яя, размыты в долине р.Томи. Свита разделяется на две пачки: нижнюю – аллювиальную, сложенную песчано-галечниковыми отложениями, и верхнюю – озерную,

представленную в основном глинами и алевритами. Состав свиты: глины и алевриты серые, буровато-серые и желтовато-серые, плотные, местами каолинизированные, с редкими линзами и гнездами тонкозернистых кварцевых песков светло-серого или желтого цвета, с пятнами бурых окислов железа и прослоями лигнита. По результатам спорово-пыльцевого анализа, комплексу остракод, полученных из отложений этого стратиграфического уровня, отложения кочковской свиты датируются как поздний эоплейстоцен. Характер растительности (кустарниковые, мхи) позволяет делать вывод о холодном влажном климате времени формирования верхнекочковской подсвиты. Мощность отложений свиты составляет 10-30 метров. [5]

### **Неоплейстоцен**

Отложения неоплейстоцена развиты повсеместно в районе исследований, как на водоразделах, так и в речных долинах. Ниже приводится их краткая характеристика.

#### **Нижний – средний неоплейстоцен I-II**

Тайгинская свита (IaI-IItg). Впервые эти отложения были описаны К.В.Радугиным на междуречье рек Томи и Яи в 1934 г. Свита сложена серыми, голубовато-серыми иловатыми озерными, аллювиально-озерными глинами, суглинками, супесями и песками. Залегают на породах палеозоя, реже на кочковской свите. К.В.Радугин связывал образование глин с гюнцским оледенением, М.П.Нагорский (1962) относил их к послесамаровскому среднечетвертичному времени, В.А.Мартынов (1965) сопоставляет их с ранне-среднечетвертичной федосовской свитой. На водораздельных пространствах свита перекрывается покровными лессовидными суглинками позднего неоплейстоцена. Максимальная мощность отложений тайгинской свиты по данным бурения достигает 45 м.

Отложения IV (?) надпойменной террасы р.Томи а4I-II. Выделены в долине реки Томь на основании геоморфологических и палинологических исследований в соответствии с решением Региональной межведомственной стратиграфической комиссии (2003). Распространены отложения в северной части по ул. Пушкина на отрезке между ул. Яковлева и пр. Комсомольский и далее на север вдоль проспекта Мира. В южной части города терраса полосой (более 1 км) тянется от Лагерного Сада на северо-восток до района «Опытное поле». Высота террасы до 50-60 м. Аллювий представлен галечниками, светло-серыми косослоистыми песками, местами ржаво-бурыми, суглинками и залегает с глубоким размывом на породах олигоцена (новомихайловская свита) на абсолютных отметках 160 м. Возраст IV-ой террасы – средний неоплейстоцен. [5]

### **Верхний неоплейстоцен III**

К верхнему неоплейстоцену в районе практики относятся отложения как субаэральных, так и субаквальных фаций.

Покровные отложения (sa III) эолово-элювиальные, делювиальные, субаэральные лессовидные суглинки желтовато-бурые, светло-серые карбонатные, с хорошо выраженной столбчатой отдельностью с одним – двумя горизонтами погребенных почв, местами с маломощными линзами песка и мелкого гравия. Они залегают на разновозрастных отложениях, как на водоразделах, так и в речных долинах, перекрывая аллювий террас до второй включительно. В лессовидных суглинках встречаются раковины мелких наземных гастропод *Pupillamuscorum*, *Succiniaoblona*.

В лессовидных суглинках Лагерносадского разреза на глубине около 3 м в начале прошлого века были обнаружены кости мамонта (*Mammuthusprimigenius*), абсолютный возраст которых составляет 17000 лет по результатам радиоуглеродного анализа. В районе с.Корнилово в 1997 году Э.Д.Рябчиковой была найдена трубчатая кость мелкой лошади *Equuscaballus* на глубине 3,5 м. Мощность лессовидных суглинков достигает 7-10 м.

В северной части Обь-Томского водораздела лессовидные суглинки замещаются эоловыми песками.

Лимноаллювий ложбин стока Ia III (флювиоаллювий – fa II-III) формируется во время осадконакопления III-ой надпойменной террасы р.Томи. Отложения террасы развиты на Воскресенской горе и вокруг оз.Белого, южнее – узкой (300 – 500 м) полосой тянется от перекрестка пр. Ленина и ул. Учебной до восточного конца пр. им.Фрунзе. Сложена супесями, суглинками, песками с гравием (пайдугинская свита), которые формировались во время казанцевского межледниковья в процессе таяния ледникового покрова предшествовавшего тазовского оледенения, вероятно за счет сброса вод подпрудных приледниковых озер.

Высота террасы 39-42 м. Нижняя часть аллювия сложена песками, супесями, иногда подстилаемыми галечниками; верхняя часть террасовых отложений представлена супесями, иногда – облессованными суглинками. Аллювий второй и третьей надпойменных террас перекрывается покровными лессовидными суглинками, составляющими единый комплекс покровных субаэральных отложений.

Отложения II-ой надпойменной террасы р. Томи (a2 III). Терраса хорошо выражена в рельефе, с высотой над руслом 20-25 м. Она широко развита по левобережью. В пределах города на этой террасе расположены Главпочтамт и Гос. Университет. Возраст террасы – середина позднего неоплейстоцена.

Отложения I-ой надпойменной террасы р. Томи (a1 III). Выражена незначительно. Наиболее четко она развита в районе пос. Коларово, который стоит на ней. В г.Томске встречается спорадически. Аллювий террасы сложен галечниками, песками, супесями, суглинками. По данным дешифрирования аэрофотоснимков наиболее четко нижняя пойма, высокая пойма и первая надпойменная терраса выражены с явным отличиями по высоте друг от друга в районе пос. Коларово.

## Голоцен Н

На водоразделах голоцен представлен современными почвами, элювиально-делювиальными суглинками, эоловыми песками. В депрессиях рельефа встречаются озерные илы, мергели, болотный торф в понижениях между дюнными гривами.

В долинах рек широко распространены русловой и пойменный аллювий высокой и низкой пойм, озерные и болотные отложения. Высокая пойма с высотой 5-6 м и до 9 м занимает основную часть площади дна долины на левобережье, а в пределах города развита вдоль Московского тракта.

Нижняя часть разреза пойм сложена песчано-гравийно-галечными отложениями изменчивой мощности от 0,5 до 12,5 м, являющимися ценным строительным материалом. Суммарная мощность аллювия достигает 20 м.

Низкая пойма развита вдоль русла р.Томи, возвышаясь над ней на 2-4 м.

По поводу приведенного террасового ряда (лестницы террас) необходимо сделать следующие серьезные замечания. Высокая пойма и I-я надпойменная терраса в большинстве мест сливаются и составляют один уровень дна долины, который логичнее по преобладанию площади считать высокой поймой. Выделение III-ей, IV-ой и V террас затруднено отсутствием у них четко выраженных тыловых швов – их поверхности сливаются и постепенно переходят в водораздельную поверхность. Спорным является и отнесение развитых на площади распространения высоких террас, в особенности IV-ой и V-ой, галечников и песков к террасовым отложениям. На последних геологических и геоморфологических картах эта галечно-гравийно-песчаная толща отнесена к регионально развитой кочковской свите эоплейстоцена, а вышележащие глины, рассматриваемые по варианту террас как пойменные – Ia I–II tg. Таким образом, четко морфологически выраженной в окрестностях г. Томска является только II-я (Университетская, Боровая) терраса, которая формально должна считаться I-ой надпойменной.

[5]



Другой проблемой, связанной с выделением высоких террас, является возможность принять за высокие аллювиальные террасы ступенчатость верхней части склонов долин р. Томи в полосе сочленения ее с водораздельной поверхностью, являющуюся результатом общей селективной денудации горизонтально залегающих толщ (упомянутые кочковская и тайгинская свиты и перекрывающие их покровные лессовидные суглинки (sa III-IV) с разной устойчивостью против денудации с образованием структурно-денудационных псевдотеррас.

Такие небольшие по размерам структурно-денудационные псевдотеррасы отмечаются по правому борту долины р. Ушайки в пределах города, где их на некоторых картах показывают, как III, IV и V террасы р. Томи. Гораздо большие по площади структурно-денудационные псевдотеррасы отмечаются по левым склонам долины р. Басандайки и Тугояковки в их приустьевой части (на стрелках долин р. Томи и ее притоков). [5]

### 1.3 Гидрогеологические условия

В пределах г. Томска и прилегающих территорий выделены водоносные комплексы четвертичных, палеогеновых, меловых и нижнекаменноугольных отложений. Верхняя часть гидрогеологического разреза сложена рыхлыми породами (рис. 1.6). Водоносный комплекс нижнекаменноугольных отложений образован трещиноватыми породами палеозойского фундамента. [8]

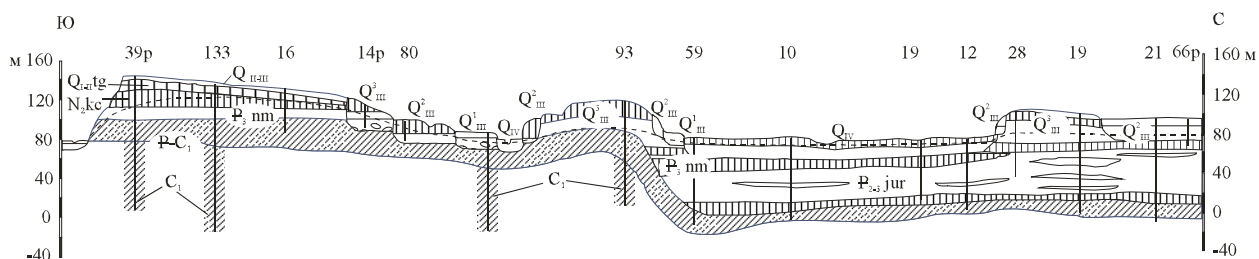


Рисунок 1.6 – Гидрогеологический разрез по линии Лагерный Сад – Черемошники

[по Г.Л.Плевако, год]

Активное развитие городского хозяйства оказывает интенсивное воздействие на горные породы всего геологического разреза, но наибольшему влиянию подвержены отложения четвертичного возраста, залегающие первыми от поверхности.

Толщи четвертичных отложений включают в себя водоносные горизонты низких террас рек Томи и Ушайки, высоких террас реки Томи (рис. 1.7), водораздела и его склонов, а также горизонты верховодки (рис. 1.8).

На низких террасах уровни подземных вод песчано-гравийно-галечниковых отложений испытывают значительные сезонные колебания, весной сливаясь с верховодкой, а в меженные периоды отрываясь от нее.

Верховодка в пределах города имеет значительное распространение (за исключением второй террасы). Горизонты ее приурочены с супесчаным разностям пород, покровным суглинкам, болотным отложениям и насыпным грунтам. Глубина их залегания колеблется от 0,5 до 5 м, а водообильность низкая и изменяется от 0,03 до 0,06 л/с. На участках, где водонасыщенные породы подстилаются хорошо выдержанными по площади глинистыми породами, верховодка образует сплошные массивы и приобретает черты грунтового потока [8].



Рисунок 1.7 – Границы водоносных горизонтов четвертичных отложений:

1–3 – водоносные горизонты: 1– низких террас; 2 – высоких террас; 3 – водораздела [8]



Рисунок 1.8 – Территории развития верховодки [8]

Водоносный горизонт низких террас имеет мощность 6,1 – 13 м, в кровле их залегают суглинки и глины с прослоями песка. По гидравлическому характеру воды напорно-безнапорного типа. Водообильность отложений неравномерна и зависит от грансостава, колеблясь в пределах от 0,19 до 6,4 л/с. Значения коэффициентов фильтрации сильно изменяется по тем же причинам от 1 – 2 м/сут для песчаных прослоев до 70–80 м/сут для гравийно-галечниковых отложений основания разреза. [8]

Водоносный горизонт высоких террас развит на большей части территории города. Водоносными являются пески, супеси, галечники. Воды безнапорные, мощности обводненных пород весьма разнообразны от 8 – 12 до 20 – 25 м. Коэффициенты фильтрации по ориентировочным оценкам составляют 3 – 5 м/сут. Химический состав подземных вод характеризуется значительной пестротой от гидрокарбонатного кальциевого до хлоридно-гидрокарбонатного натриевого, а минерализация колеблется от 0,1 до 1,9 г/л.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений представлен рядом водоносных горизонтов. Он развит в пределах северной части города. На юге водонасыщенные отложения замещаются водоупорными, представленными глинистыми разностями пород здесь они залегают на коре выветривания глинистых сланцев. Глубина залегания отложений от 20 до 52 м в пойме р. Томи и 25 – 52 м на водораздельных участках. Водовмещающие породы представлены разномерными песками с прослоями глин и лигнитов. Подземные воды имеют напорный характер, на участках выклинивания водоупоров осуществляется гидравлическая связь между водоносными горизонтами через литологические "окна". Дебиты скважин составляют 4 – 6 л/с [8].

Водоносный комплекс меловых отложений отдельными скважинами вскрыт и изучен в пределах Обь-Томского междуречья, где выделяется до трех напорных водоносных горизонтов, приуроченных к пескам, чередующимся с глинистыми разностями пород. Меловые отложения выклиниваются в районе русловой части р. Томи и на правом берегу ее не отмечены. Водообильность отложений низкая, удельные дебиты скважин колеблются от тысячных до десятых долей литра в секунду [8].

Водоносный комплекс карбоновых отложений имеет повсеместное распространение. Водоносные породы преимущественно глинистые сланцы и, в меньшей мере песчаники, выходят на дневную поверхность в районе Лагерного сада и в долине р. Ушайки. В северном и северо-западном направлениях породы погружаются до глубин 80 – 100 м и более даже в пойменной части долины р. Томи [8].

Водоносность приурочена к зоне региональной трещиноватости мощностью 20 – 80 м, развитой в верхних частях разреза, структурному элювию и многочисленным плохо картируемым зонам дробления палеозойского фундамента. В кровле палеозойских отложений почти повсеместно развита глинистая кора выветривания, которая служит достаточно надежным водоупором. Воды преимущественно трещинного типа

имеют напорный характер. Уровни подземных вод, по данным В.А. Афонина (1974), устанавливаются на глубинных 33 – 35,5 м. Водообильность отложений в целом невелика и неравномерна в зависимости от характера трещиноватости, удельные дебиты колеблются от тысячных долей до 0,19 л/с. Участки наиболее высокой водообильности приурочены к сочленениям разнонаправленных зон дробления, а в отдельных случаях – к зонам развития структурного элювия в толщах преимущественно песчанистого состава.

Подземные воды палеозойских отложений используются для децентрализованного водоснабжения различных предприятий.

Отличаются своеобразием гидрогеологических условий районы расположения действующих водозаборов Академгородка и поселка Кисловки [8].

#### **1.4 Геологические процессы и явления**

В пределах территории г. Томска и его окрестностях широким развитием пользуются различные неблагоприятные процессы и явления. К их числу относятся: суффозия, оползни, овраги, речная эрозия, заболачивание, оплывание и осыпание пород, морозное пучение, подтопление и другие. [9]

Суффозионные процессы отмечаются на участках сосредоточенной разгрузки подземных вод Томь-Яйского водораздела в пределах долин р. Томи. У шайки и других. Развитие этих процессов приурочено к древним ложбинам стока коры выветривания глинистых сланцев, заполненных разнозернистыми песками, с включениями гравия и мелкой гальки. Движение фильтрационных потоков по желобам стока с гидравлическими градиентами от 0,10 до 0,125 и более, обуславливает вынос пылеватых и мелких песчаных частиц и способствует проявлению суффозионных процессов. В рельефе они выражены в виде суффозионных цирков с сосредоточенным выходом подземных вод. Особенно большими размерами отличались суффозионные цирки в районе Лагерного сада. После

выполнения работ большинство из них было ликвидировано. Тем не менее, на участках, за пределами влияния подземной дренажной горной выработки, эти процессы продолжаются. [9]

Оползни имеют широкое развитие на территории г. Томска. Они приурочены к склонам Томь-Яйского водораздела по берегам рек Томи, Ушайки, Ларинки и бортам глубоких оврагов. Они отмечаются на склонах Томь-Яйского водораздела в Лагерном саду, вдоль ул. Московский тракт, в пределах Воскресенской горы, Каштачной горы, в микрорайоне Солнечный, в бортах крупных оврагов (район Спичечной фабрики. Комсомольский проспект и др.).

Основной причиной развития оползневых процессов являются высота и крутизна склонов ( $36-40^\circ$ ), их обводненность, подрезка, нагрузка, динамическое воздействие транспорта, не зарегулированный сток на склон поверхностных вод и др. Существующие в пределах города оползни подразделяются на гравитационные, вязко-пластического течения, осовы и оплывы. Оползни гравитационного типа образуются на склонах в результате влияния суффозионных процессов, подрезки и нагрузки склона. Они имеют круглоцилиндрическую или близкую к ней поверхность скольжения и довольно значительные размеры. Оползни вязко-пластического течения образуются в логах и в суффозионных цирках и в зонах разгрузки подземных вод. Они обусловлены переувлажнением как естественных, так и насыпных грунтов и перемещаются по пологим ( $7-10^\circ$ ) поверхностям скольжения, образуя характерный бугристый рельеф с оползневыми трещинами, уступами, заболоченными участками, родниками и другими особенностями. Оползни-осовы образуются при подрезках склонов и представляют собой небольшие по площади от 5-10 до 20-30 м<sup>2</sup> блоки, которые сползают постепенно вниз по склону при глубине захвата от 1,0 до 2,0 м. Оползни оплывания образуются на склонах в результате интенсивного выпадения дождей, не зарегулированного поверхностного стока на склон и при таянии снега. Они имеют небольшие размеры (десятки квадратных метров) и

ложкообразную поверхность скольжения. Они могут захватывать по высоте весь склон или его часть [9].

В г. Томске для борьбы с оползнями используют различные способы: укрепление склонов подпорными стенками, устройство горизонтальных и вертикальных дренажей, выполаживание и террасирование склонов, закрепление склонов, регулирование поверхностного стока и др. [9].

Овраги на территории города отмечаются в пределах склона Томь-Яйского водораздела и в бортах речных долин. Протяженность оврагов колеблется от 100-350 м до 1800-2200 м. Они образовались в результате перераспределения поверхностного стока, обусловившего струйчатую эрозию. Наиболее протяженные овраги сформировались по тектоническим нарушениям, вершины которых «прорастают» навстречу друг другу. Большинство оврагов находится в активной стадии развития. Они имеют крутые склоны и глубину от 10 до 20-22 м. В настоящее время многие из оврагов засыпаны или продолжают засыпаться. К некоторым из них приурочены улицы: Большеовражная, Кузнечный взвоз, Октябрьский взвоз, съезды на ул. Московский тракт по ул. Учебной, Нахимова, А. Иванова и др.

Речная эрозия наиболее активно проявляется в паводковый период на участках динамической оси потока рек (Лагерный сад, участок берега в районе Коммунального моста, в районе с. Тахтамышево и др.). На этих участках отмечается разрушение берегов со скоростью от 1-2 до 3-4 м/год. Для защиты от речной эрозии устраивают набережные, каменные наброски, каменно-набросные дамбы и др. сооружения [9].

Заболачивание территории в г. Томске обусловлено процессами естественного и техногенного подтопления. Процессы заболачивания развиваются на участках разгрузки подземных вод Томь-Яйского водораздела вдоль ул. Московский тракт, Загорная (бывшее название Болото), вдоль Каштачной горы, Черемошниках, по долине р. Ушайки, Киргизки. Заболоченные участки имеют локальное распространение [9].

Осыпание и обрушение горных пород характерно для крутых и обрывистых склонов речных долин и уступа Томь-Яйского водораздела. Осыпанию подвергаются породы карбонового, палеоген-неогенового и четвертичного возраста. У подошвы склонов довольно часто наблюдаются осыпи. В пределах правого коренного берега р. Томи осыпи, как правило, смываются паводковыми водами [9].

Подтопление территории г. Томска обусловлено двумя факторами: естественными и техногенными. Естественные факторы определяются разгрузкой подземных вод Томь-Яйского водораздела и паводковым периодом рек Томи и ее притоков. Кроме того, большое значение имеют особенности геологических разрезов, состав пород, их фильтрационные свойства и др.

Техногенное подтопление зависит от особенностей застройки, условий регулирования поверхностного и подземного стока, утечек из водонесущих коммуникаций, барражных эффектов свайных полей зданий, состава грунтов, их фильтрационных свойств, уклонов рельефа и др. В г. Томске выделяют естественно подтопленные территории (ул. Московский тракт, Черемошники и др.) и территории с техногенным подтоплением. Для защиты территорий от подтопления устраивают горизонтальные дренажи, ливневые канализации, производят очистку естественных водоемов, организуют поверхностный сток и др.

В долине р. Оби, на территории Томской области активность оползневых процессов характеризовалась низкими показателями. Наиболее крупные проявления оползней наблюдались в г. Томске, на участках «Лагерный сад» и мкр. «Солнечный», своим развитием оказывая негативное воздействие на объекты хозяйствования. Участок наблюдения «Лагерный сад» расположен в южной части г. Томска, представляет собой правобережный склон долины р. Томи, протянувшийся от Коммунального моста до ул. 19-й Гвардейской Дивизии. В 2016 г. активность проявляли 8 оползней, суммарные подвижки которых достигали 671 см. Максимальные смещения наблюдались в мае на оползне № 1, значительные подвижки (до 92 см) были зафиксированы на оползне №6 [9].



## **2. Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ**

### **2.1 Рельеф участка**

В административном отношении участок находится вблизи Коларовского тракта, недалеко от ул. Континентальной. Абсолютные отметки колеблются в пределах 141 – 142,5 м.

В целом, рельеф площадки относительно ровный.

### **2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости**

В геологическом строении участка работ принимают участие отложения четвертичного и палеогенового возраста. Четвертичные отложения представлены пойменными и русловыми фациями, состоящими из суглинков и глин буровато-серого цвета, с прослоями и линзами супесей, песков и гравийно-галечниковых грунтов с песчаным заполнителем.

Палеогеновые отложения представлены песками, супесью, глиной и суглинком. Пески и супеси занимают, в основном, нижнюю часть разреза, а глины и суглинки на разных участках распространены в разных частях разреза, но повсеместно перекрывают пески и супеси.

## 2.3 Физико-механические свойства грунтов

### 2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)

Выделение ИГЭ осуществляется согласно ГОСТ 20522-2012. [13]

- Расчленение проводится по ГОСТ 25100-2011 [12]:
- Классы - по общему характеру структурных связей (дисперсные);
- Группы - по характеру структурных связей (с учетом их прочности);
- Подгруппы - по происхождению и условиям образования;
- Типы - по вещественному составу (осадочные);
- Виды - по наименованию грунтов (с учетом размеров частиц и показателей свойств) (минеральные);
- Разновидности - по количественным показателям вещественного состава, свойств и структуры грунтов (песчаные частица крупной фракции).
- Самый однородный объем пород – инженерно-геологический элемент (ИГЭ). Выделение ИГЭ проводится в соответствии с ГОСТ 20522-2012.
- Изначально исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.
- Окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации, а также сравнительного коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении (чаще всего с глубиной).

### 2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012)

Выделение ИГЭ осуществляется на основании требований изложенных в ГОСТ 20522-2012. [13] Изучаемые грунты необходимо разделить на ИГЭ с учетом их происхождения, вида и текстурно-структурных особенностей.

За ИГЭ могут быть приняты грунты, представленные часто сменяющимися тонкими (менее 20 см) слоями и линзами грунтов различного вида, подвида или разновидности. Слои и линзы, сложенные рыхлыми песками, глинистыми грунтами с показателем текучести более 0,75, органо-минеральными или органическими грунтами и другими грунтами, оказывающими существенное влияние на проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности.

**ИГЭ-302 суглинок твердой-полутвердой консистенции:**

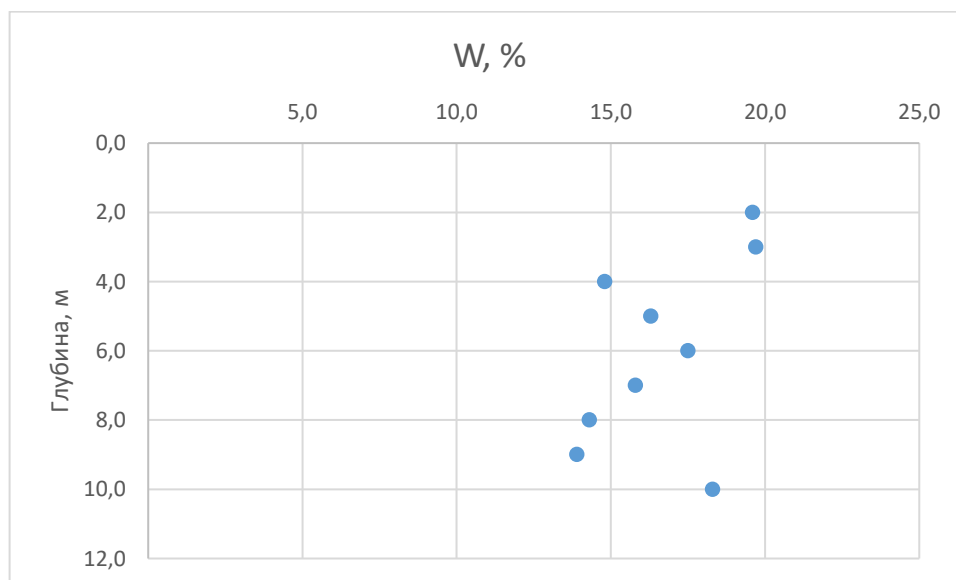


Рисунок 2.1 – График изменения естественной влажности с глубиной

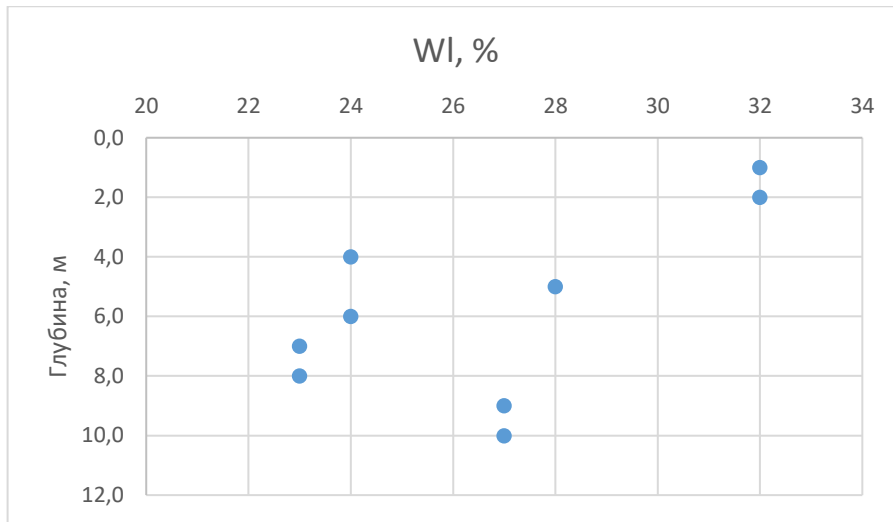


Рисунок 2.2 – График изменения влажности на границе текучести с глубиной

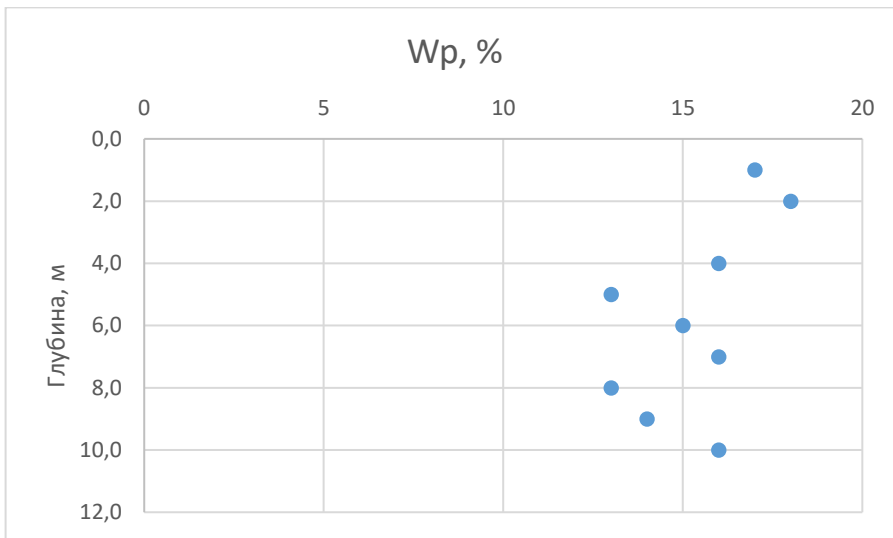


Рисунок 2.3 – График изменения влажности на границе раскатывания с глубиной

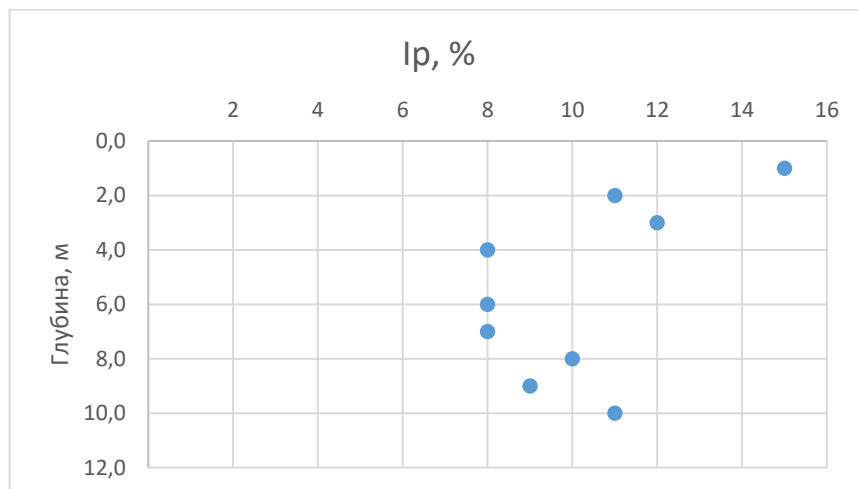


Рисунок 2.4 – График изменения числа пластичности с глубиной

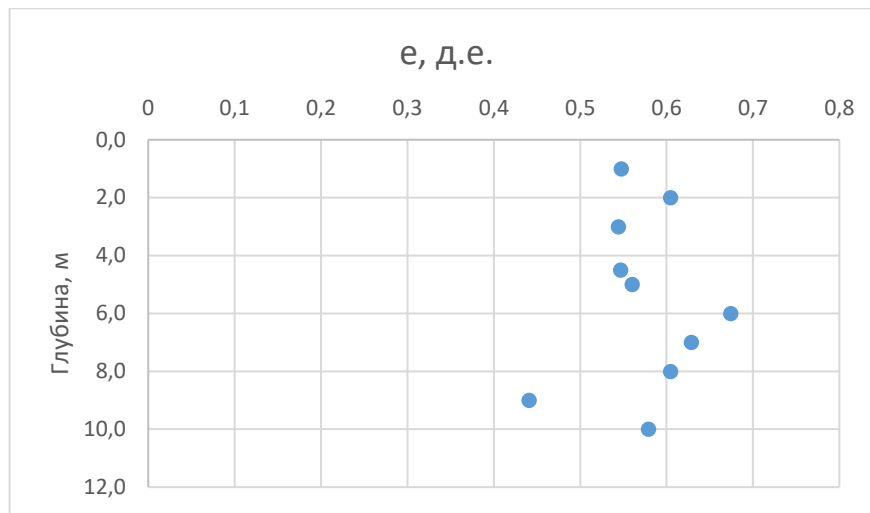


Рисунок 2.5 – График изменения коэффициента пористости с глубиной

**ИГЭ-303 - суглинок тугопластичной консистенции**

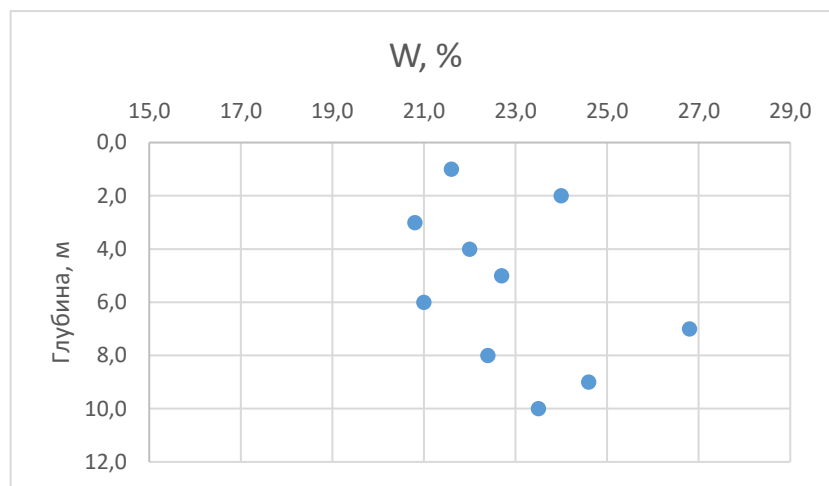


Рисунок 2.6 – График изменения естественной влажности с глубиной

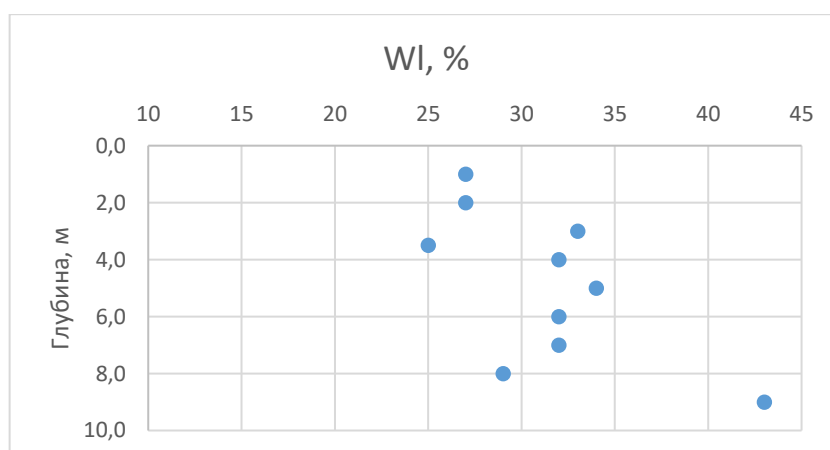


Рисунок 2.7 – График изменения влажности на границе текучести с глубиной

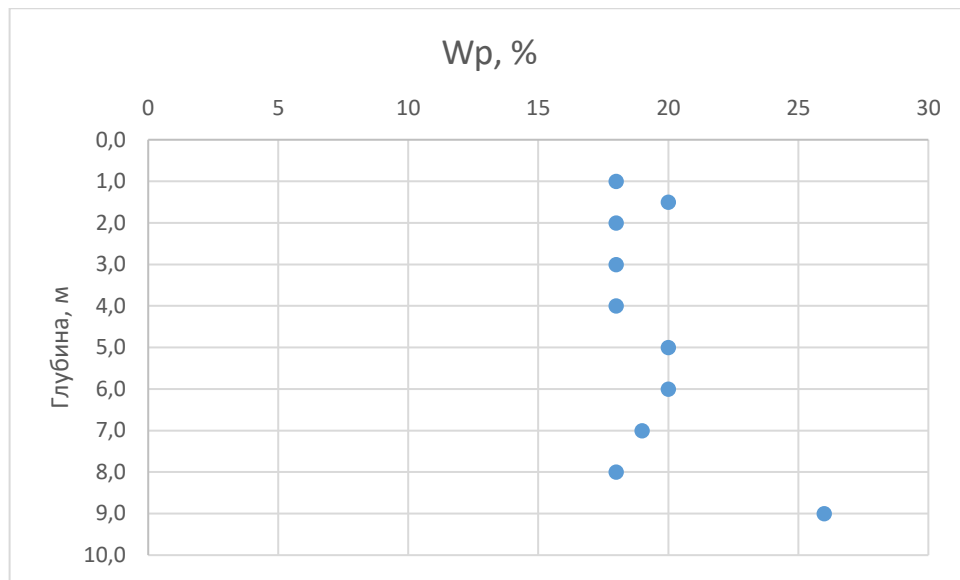


Рисунок 2.8 – График изменения влажности на границе раскатывания с глубиной

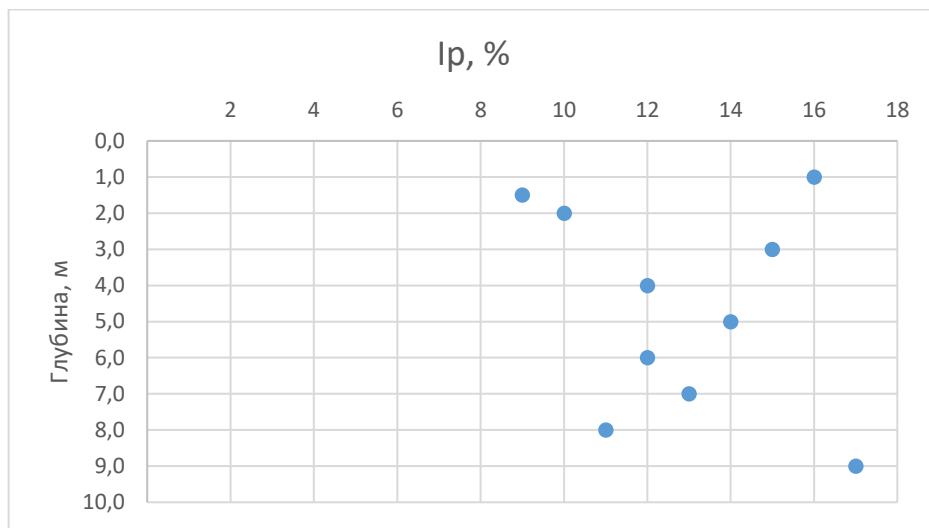


Рисунок 2.9 – График изменения числа пластичности с глубиной

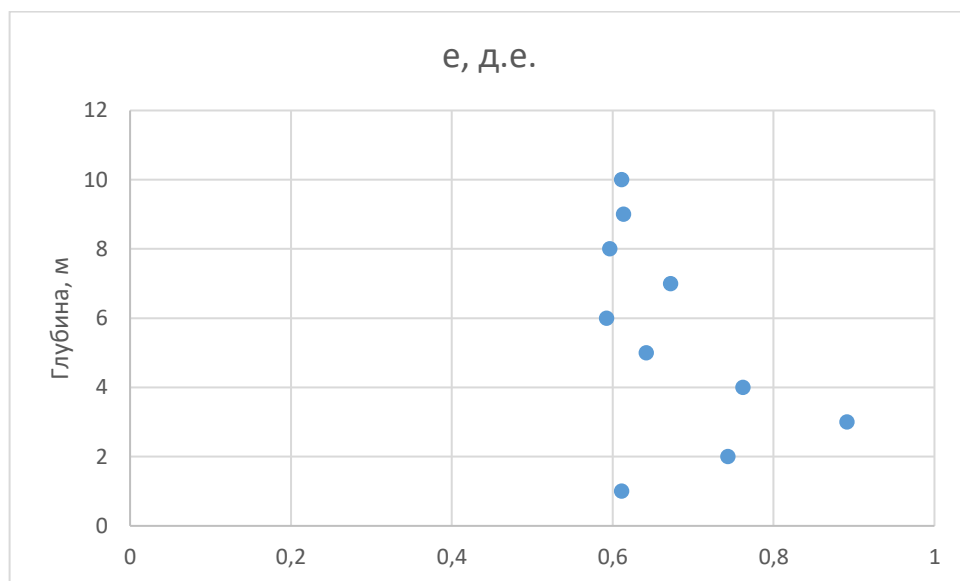


Рисунок 2.10 – График изменения коэффициента пористости с глубиной

### ИГЭ-304 - суглинок мягкопластичной консистенции

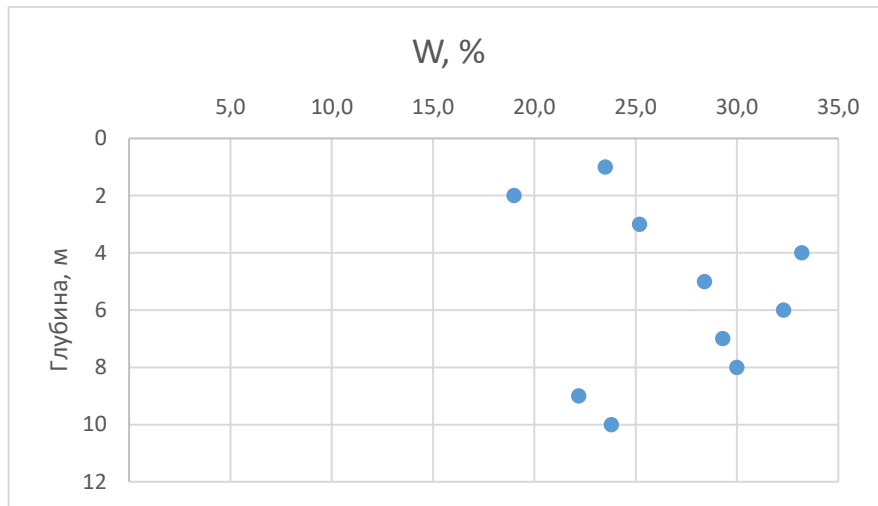


Рисунок 2.11 – График изменения естественной влажности с глубиной

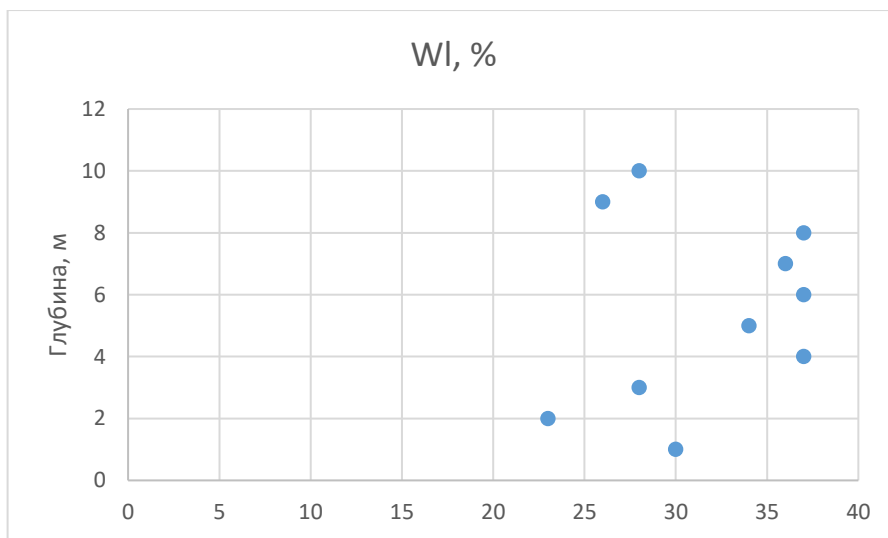


Рисунок 2.12 – График изменения влажности на границе текучести с глубиной

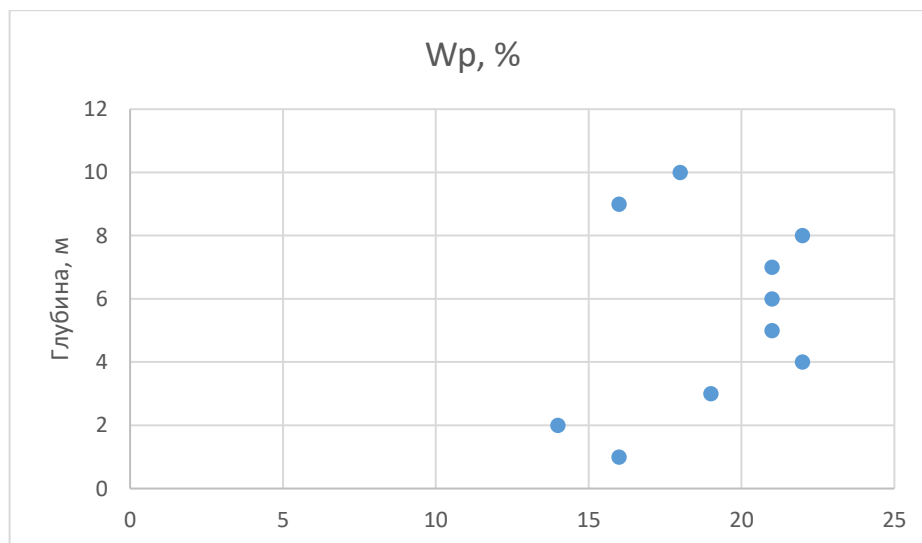


Рисунок 2.13 – График изменения влажности на границе раскатывания с глубиной

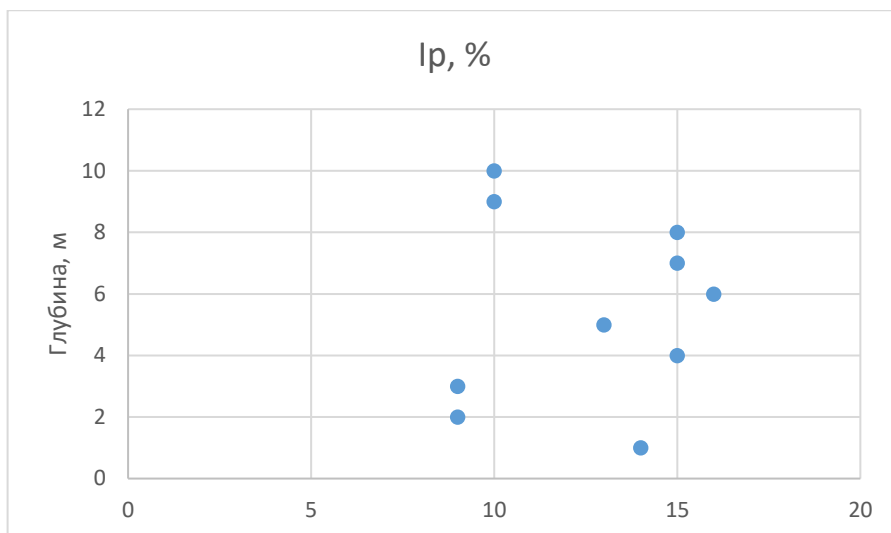


Рисунок 2.14 – График изменения числа пластичности с глубиной

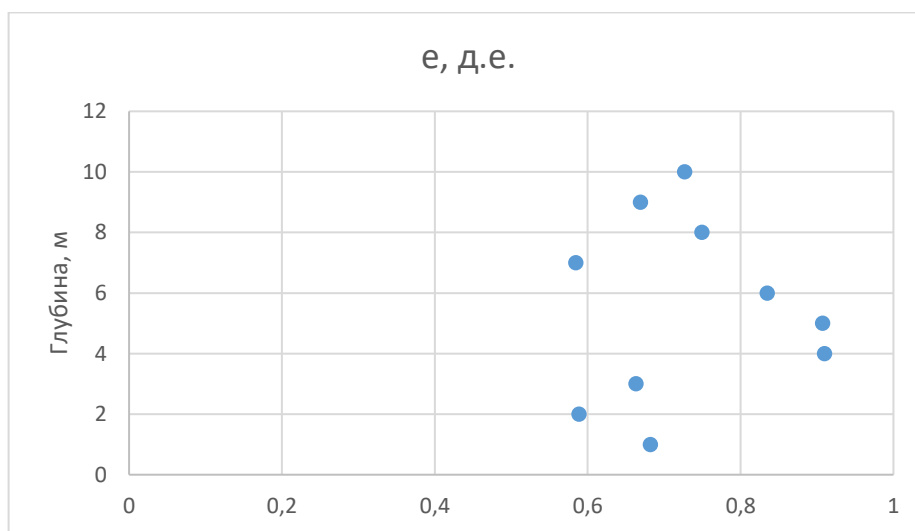


Рисунок 2.15 – График изменения коэффициента пористости с глубиной

Таблица 2.1 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-302

Показатели	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>
X	18,5	30	18
S	3,37	4,41	2,33
V	0,15	0,15	0,13



Таблица 2.2 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-303

Показатели	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>
X	23,6	31	19
S	3,08	4,12	2,34
V	0,13	0,13	0,13

Таблица 2.3 – Статистическая обработка данных по ИГЭ-304

Показатели	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>
X	27,1	32	19
S	2,99	3,72	2,04
V	0,11	0,12	0,11

ИГЭ-302 – суглинок твердой-полутвердой консистенции характеризуется естественной влажностью от 9,0 до 26,5% при среднем значении 18,5%, плотность грунта естественного сложения от 1,84 до 2,20 г/см<sup>3</sup>, при среднем значении 2,02 г/см<sup>3</sup>, значение коэффициента пористости в пределах 0,37-0,79, при среднем значении 0,59;

ИГЭ-303 – суглинок тугопластичной консистенции характеризуется естественной влажностью от 17,2 до 36,0% при среднем значении 23,6%, плотность грунта естественного сложения от 1,86 до 2,21 г/см<sup>3</sup>, при среднем значении 1,99 г/см<sup>3</sup>, значение коэффициента пористости в пределах 0,46-1,02, при среднем значении 0,68;

ИГЭ-304 – суглинок мягкопластичной консистенции характеризуется естественной влажностью от 18,3 до 36,0% при среднем значении 27,1%, плотность грунта естественного сложения от 1,85 до 2,21 г/см<sup>3</sup>, при среднем значении 1,91 г/см<sup>3</sup>, значение коэффициента пористости в пределах 0,51-1,06, при среднем значении 0,80.

### 2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Для физических и механических характеристик выделенных ИГЭ необходима статистическая обработка и осуществляется она для получения их нормативных и расчётных значений, необходимых для последующего проектирования зданий или сооружений. Нормативное значение всех физических и механических характеристик грунтов равны их среднеарифметическому значению.

Расчётные значения применяют для характеристик, присутствующих в расчётах основания и фундамента (угол внутреннего трения, удельное сцепление, природная плотность). Определение нормативных показателей основанных физико-механических свойств грунтов выполняется в соответствии с ГОСТ 20522-12 [13], методом статистической обработки частных значений характеристик.

Таблица 2.4 – Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

№ ИГЭ, слой	Генезис	Описание грунтов	Влажность природная % W	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости $\varepsilon$	Степень влажности Sr	Влажность на границе		Число пластичности Ip	Показатель текучести (жикстива) IL	Угол внутреннего трения, градус			Удельное сцепление, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )			Модуль деформации, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) E	
				природной влажности $\rho$	сухого грунта $\rho_d$	частицы грунта $\rho_s$			жидкости WL	раскаты-вания Wp			нормативное $\varphi$	расчетный по деформации $\varphi_{II}$	расчетный по несущ. спос. $\varphi_I$	нормативное C	расчетное по деформ. CII	расчетное по несущ. спос. CI		
302	I-a	Суглинок твердой-полутвердой консистенции, иногда с прослоями супеси пластичной	18,5	2,02	1,70	2,68	0,59	0,85	30	18	12	0,05	19	19	17	51	51	34	29	290
303	I-a	Суглинок тугопластичной консистенции, иногда с прослоями супеси пластичной	23,6	1,99	1,61	2,69	0,68	0,94	31	18	13	0,39	14	14	12	41	41	29	21	210
304	I-a	Суглинок мягкопластичной консистенции, иногда с прослоями супеси пластичной и включениями гравия до 10%	27,1	1,91	1,5	2,71	0,80	0,91	32	19	13	0,61	16	16	13	22	22	15	16	160

### 2.4 Гидрогеологические условия

На исследуемом участке наблюдается наличие верховодки, а также вод отложений четвертичного периода.

Верховодка приурочена к толще покровных суглинков и супесей. Контуры ее распространения не имеют четких границ, она имеет чаще «подвешенный» характер. Питание ее происходит за счет инфильтрации

атмосферных осадков и за счет утечек воды из коммуникационных сетей. Уровень воды колеблется от 0,0 до 3,2 м в весеннее и дождливое осеннее время и до 3,6 м – в сухое летнее время. Разгрузки подземных вод на местности не наблюдается.

Воды первого водоносного горизонта приурочены к суглинкам и супесям текучей-текучепластичной консистенции и залегают на глубине 5,5-8,3 м. Воды второго горизонта приурочены к текучим супесям и залегают на глубине 16,6-23,7 м. Кровлей водоносного горизонта служат покровные суглинки, а подошвой - отложения третичного возраста.

Обводненность отложений слабая. Коэффициенты фильтрации составляет 0,003 – 0,005 м/сут для глин, до 0,2 м/сут для суглинков и 0,4 м/сут для супесей.

По химическому составу подземные воды в основном гидрокарбонатно - кальциево-магниевые, пресные с общей минерализацией 0,3-0,7 г/л. Содержание свободной углекислоты изменяется в пределах 17,6-220 мг/л, в некоторых случаях отмечается агрессивная углекислота в количестве 22-132 мг/литр.

По степени агрессивного воздействия по отношению к бетону нормальной проницаемости подземные воды неагрессивные, в некоторых случаях по содержанию агрессивной углекислоты являются среднеагрессивными.

## **2.5 Геологические процессы и явления на участке**

Опираясь на ОСР-97 (Общее сейсмическое районирование) исследуемый участок находится в зоне шестибальной сейсмичности.

Также на участке изысканий присутствует процесс пучения грунтов. Процесс наблюдается при промерзании грунтов. Пучению подвержены суглинистые и пылеватые разновидности грунтов.

## **2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка**

По условиям залегания грунтов, их составу и состоянию, гидрогеологическим условиям участок работ характеризуется средней категорией сложности ИГУ (инженерно-геологических условий), основываясь на СП 11-105-97;

- категория оценки сложности природных условий согласно СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95 – средняя;

- современные инженерно-геологические процессы представлены пучением грунтов;

- сезонное промерзание для глинистых и крупнообломочных грунтов составляет 2,2 м и 2,4 м соответственно.

## **2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружения**

При строительстве возможны следующие неблагоприятные геологические процессы, которые могут оказать негативное влияние на строительство и эксплуатацию объекта:

- Залегание грунтовых вод близкое к поверхности. Если использовать свайный фундамент, то возможен подъём уровня грунтовых вод, вызванный барражным эффектом. Поднятие уровня вод также может быть вызван весенне-осенними паводками, особенно в дождливые сезоны. Это может привести к снижению несущей способности грунтового основания связанного с изменением напряженно-деформационного состояния грунтового массива.

- Пучинистость грунтов. Пучение грунтов может привести к деформации фундаментов и несущих конструкций.

### **3. Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке**

#### **3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий**

После того как установлено местоположение сооружения и определены его основные конструктивные особенности и режим эксплуатации проводятся инженерно-геологические изыскания в пределах сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой.

Под сферой взаимодействия здания или сооружения с геологической средой понимается массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режима.

Границы сферы взаимодействия зависят не только от свойств геологической среды, но и от характера проектируемого здания или сооружения: его назначение, тип, конструкция, методы строительства и эксплуатации. Границы сферы взаимодействия сооружения с геологической средой в свою очередь определяют площадь и глубину проведения инженерно- геологических изысканий, а в конечном итоге — объемы и методы выполнения работ, которые могут быть установлены в том случае, если:

- Определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- Установлены конструкция и режим эксплуатации сооружения (таблица 3.1);
- Изучено геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика проектируемого сооружения

Наименование здания (сооружения)	Геотехническая категория объекта, уровень ответственности	Габариты в плане, м	Предполагаемый тип фундамента, длина сваи	Доверительная вероятность (Обеспеченность расчётных данных и характеристик)	Сфера взаимодействия, м
Автоцентр	II	60x40	Свайный, сваи L= 7 м	0,95	12

### 3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Общая система организации работ по инженерно-геологическим изысканиям включают в себе три основных этапа:

- подготовительный,
- период выполнения основных объемов работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий,
- заключительный период (обрабатываются полученные материалы, и составляется инженерно-геологический отчет).

В подготовленный период выполняются работы организационно-методического и организационно-технического содержания, конечной целью которого является составление программы инженерно-геологическим изысканий и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных объемов работ охватывает время выполнения буровых, геофизических, лабораторных и других видов работ. В течение этого периода ведется также камеральная обработка полученных данных.

Основное содержание геолого-методической части программы сводится к обоснованию видов и объемов необходимых работ и методов их проведения.

Объёмы и виды проектируемых работ определяются типом сооружения, этапом исследований, сложностью инженерно-геологических

условий с действующими нормами. Для решения задач, поставленных на стадии рабочей документации необходимо провести следующие виды работ:

- рекогносцировочное обследование территории;
- топогеодезические работы;
- проходка горных выработок;
- опробование;
- опытные полевые работы;
- лабораторные исследования грунтов, подземных вод;
- камеральные работы.

### **3.2.1 Рекогносцировочные обследования**

В соответствии с установленными конкретными задачами изысканий и изученностью участка работ, а также на основании действующих нормативных документов, инженерно-геологическое изучение участка должно начинаться с инженерно–геологической рекогносцировки (обследования) данного участка. В задачу обследования входит:

- осмотр участка изысканий;
- осмотр прилегающей территории;
- визуальная оценка рельефа;
- выяснение условий производства работ.

При проведении инженерно-геологической рекогносцировочного обследования особое внимание стоит уделить описанию проявлений современных физико-геологических и техногенных процессов неблагоприятных для строительства и эксплуатации проектируемых объектов.

### **3.2.2 Топогеодезические работы**

В соответствии с СП 11-105-97 [14], инженерно-геодезические изыскания должны обеспечивать получение топографо-геодезических

материалов и данных, инженерно-топографических планов, составленных в цифровом и (или) в графическом (на бумажном носителе) виде, и сведений, необходимых для подготовки и обоснования документов территориального планирования, планировки территорий и подготовки проектной документации.

Топографо-геодезические работы запроектированы с целью закрепления планово-высотного положения устьев трех скважин.

### **3.2.3 Проходка горных выработок**

В соответствии с СП 11-105-97, для проектируемого здания II - уровня ответственности в инженерно-геологических условиях II категории сложности, необходимо выполнить проходку скважин в контуре сооружения в количестве не менее трех. Расстояние между скважинами не должно превышать 50 метров. Располагать скважины следует в пределах контуров проектируемых зданий и сооружений.

Глубины выработок при наличии данных об активной зоне взаимодействия здания с грунтовым массивом следует устанавливать в соответствии с СП 11-105-97, следовательно, на 2 м ниже активной зоны взаимодействия. В нашем случае глубина активной зоны составляет 8 метров, следовательно, инженерно-геологические выработки следует проходить на глубину не менее 10 метров.

Объем буровых работ составит проходку 3 скважин глубиной 12 м, суммарная величина проходки составит 36 погонных метров.



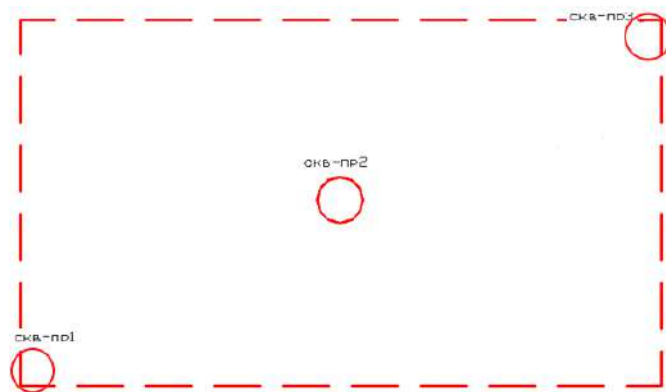


Рисунок 3.1 – Схема расположения горных выработок в пределах контура проектируемого здания

### 3.2.4 Инженерно-геологическое опробование

Под инженерно-геологическим опробованием понимается комплекс работ, выполняемый с целью более точного изучения состава и свойств пород, изучение закономерностей их изменения в пространстве и во времени под влиянием естественных факторов и техногенной деятельности человека.

Согласно п.7.16 СП 11-105-97 [15] количество образцов грунтов следует устанавливать соответствующими расчетами в программе изысканий для каждого характерного слоя (инженерно-геологического элемента) в зависимости от требуемой точности определения их свойств, степени неоднородности грунтов и уровня ответственности проектируемого объекта (с учетом результатов ранее выполненных изысканий в данном районе).

При отсутствии требуемых для расчетов данных следует обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов и не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов.

Таблица 3.2 – Объем опробования

№ ИГЭ	Естественная влажность	Гранулометрический состав	Влажность на границе текучести	Влажность на границе раскатывания	Плотность	Плотность частиц грунта	УЭС грунтов	Модуль деформации	Удельное сцепление, угол внутреннего трения	Количество образцов	
										Монолиты	Образцы нарушенной структуры
ИГЭ 302 Суглинок полутвердый	10	-	10	10	10	10	3	6	6	10	-
ИГЭ 303 Суглинок тугопластичный	10	-	10	10	10	10	3	6	6	10	-
ИГЭ 304 Суглинок мягкопластичный	10	-	10	10	10	10	-	6	6	10	-

Зная необходимое количество образцов, рассчитываем интервал опробования для каждого ИГЭ. Интервал опробования определяется по следующей формуле:

$$h = \frac{H_{cp}}{N} * n$$

где  $H_{cp}$  – средняя вскрытая мощность ИГЭ;

$N$  – необходимое количество образцов;

$n$  – проектное количество скважин.

Расчеты интервала опробования для выделенных ИГЭ произведены в табличной форме и представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Интервал опробования образцов

№ ИГЭ	$H_{cp}$	$N$	$n$	$h, м$
302	2,6	10	3	0,78
303	3,2	10	3	0,96
304	5,5	10	3	1,65

Так же не обходимо осуществить отбор, как минимум 3 проб воды с каждого встреченного водоносного горизонта. Отбор, упаковка и транспортировку проб воды выполнить согласно ГОСТ 31861-2012 [16].

### **3.2.5 Опытные полевые работы**

Для зданий и сооружений II уровня ответственности, технически несложных и возводимых по типовым и повторно применяемым проектам в простых и средней сложности инженерно-геологических условиях, для определения прочностных и деформационных характеристик следует предусматривать статическое зондирование.

Статическое зондирование применяется для:

- выделения инженерно-геологических элементов (толщины слоев и линз, границ распространения грунтов различных видов и разновидностей);
- оценки пространственной изменчивости состава, состояния и свойств грунтов;
- определения глубины залегания кровли скальных, крупнообломочных и мерзлых грунтов;
- количественной оценки характеристик физико-механических свойств грунтов (плотности, модуля деформации, угла внутреннего трения и сцепления грунтов и др.);
- определения степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени пространстве;
- оценки возможности забивки свай и определения глубины их погружения;
- определения сопротивлений грунта под нижним концом и по боковой поверхности свай;
- выбора мест расположения опытных площадок и глубины проведения полевых испытаний, а также мест отбора образцов грунтов для лабораторных испытаний;

- контроля качества геотехнических работ.

Согласно ГОСТ 19912-2012 [17] испытание следует проводить на глубину сферы взаимодействия, то есть до 10 м пределах каждого здания и сооружения, проектируемого на свайных фундаментах. Количество испытаний статическим зондированием для здания II уровня ответственности при инженерно-геологических условиях II категории, в соответствии с требованиями СП 24.13330.2011 [18], должно быть не менее семи.

Таким образом, объем полевых испытаний (статическое зондирование) составит 6 испытаний на глубину 12 м.

### **3.2.6 Лабораторные исследования грунтов, подземных вод**

После окончания полевых работ проводятся лабораторные исследования. Выбор вида и состава определений характеристик грунтов производится в соответствии с видом грунта, этапа изысканий, характера проектируемого здания, а также прогнозируемых изменений инженерно-геологических условий по СП 11-105-97 [15].

Таким образом, проектируются следующие лабораторные определения: Определения физико-механических свойств грунта, для выделения инженерно-геологических элементов, включающие:

- определение влажности;
- определение гранулометрического состава грунта;
- определение плотности грунта;
- определение плотности частиц грунта;
- определение влажности на границе текучести;
- определение влажности на границе раскатывания;
- испытания на компрессионное сжатие;
- определение сопротивления срезу.

Определение коррозионных свойств грунтов и грунтовых вод, для выбора материалов подземной конструкции проектируемого сооружения, включающие:

- коррозионная активность грунтов (заполнителя) к стали, свинцовыми и алюминиевым оболочкам кабелей;
- химический анализ водной вытяжки, для определения коррозионной агрессивности грунтов к бетону, железобетону и конструкции;
- химический анализ грунтовых вод, для определения их коррозионной агрессивности к бетонам, арматуре железобетонных конструкций, металлических конструкций по 3 пробам, отобранным из скважин под проектируемое сооружение.

### **3.2.7 Камеральные работы**

Камеральная обработка выполняется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. В камеральных работах составляется отчет о проделанных работах с заключением, графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, инженерно-геологических колонок, сводной таблицы нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов.

Отчет об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов выделенных инженерно-геологических элементов.

Таблица 3.4 – Виды и объемы работ

Виды работ	Ед. измерения	Объемы работ
<i>Раздел I. Полевые работы</i>		
Рекогносцировочное обследование	км	0,2
Предварительная разбивка и планово-высотная привязка скважин и точек статического зондирования	шт.	6
Бурение скважин	шт./глубина,м	3/36
Отбор проб грунта ненарушенной структуры	монолит	30
Отбор проб грунта нарушенной структуры	проба	6
Статическое зондирование	точка/глубина, м	6/12
Отбор проб воды на хим. анализ и агрессивность	шт.	3
<i>Раздел II. Лабораторные работы</i>		
Плотность грунта	опр.	30
Плотность частиц грунта	опр.	30
Влажность грунта	опр.	30
Гранулометрический состав грунта	опр	-
Пределы пластичности	опр.	30
Сопротивление срезу	опр.	18
Компрессионные испытания	опр.	18
Коррозионная агрессивность грунтов к стали	опр.	6
Коррозионная агрессивность грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочкам кабеля	опр.	3
Анализ на водные вытяжки	опр.	3
Стандартный анализ воды	опр.	3
<i>Раздел III. Камеральные работы</i>		
Написание отчета	отчет	1

### **3.3 Методика проектируемых работ**

#### **3.3.1 Топографо-геодезические работы**

Топографо-геодезические работы осуществляются для обеспечения планово-высотной привязки пробуренных скважин. Работы должны проводиться в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 [14].

Привязанные выработки (точки наблюдений) должны быть закреплены временными знаками. Согласно СП 11-104-97 [19] привязка должна производиться инструментально со средней погрешностью не более 1 мм в масштабе топографического плана.

В результате топографо-геодезических работ в технический отчет включают:

- схему расположения выработок (точек наблюдений) или копии с карт или топографических планов;
- каталог координат и высот выработок (точек наблюдений);
- схемы теодолитных и нивелирных ходов или схему привязки выработок (точек наблюдений) спутниковыми приемниками;
- ведомости вычисления координат и высот выработок (точек наблюдений);
- акты передачи, закрепленных знаками на местности выработок (точек наблюдений) ответственным лицам.

#### **3.3.2 Буровые работы**

Буровые работы проводятся с целью изучения геологического строения и отбора образцов проб с ненарушенной и нарушенной структурой. В данной работе проектом предусмотрено бурение трех скважин, глубиной 12 метров.

Выбор способа и разновидности бурения скважин (СП 47.13330.2016) следует производить исходя из целей и назначения выработок с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород,

наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность.

На изыскиваемой территории проектируемая глубина скважин составляет 12 м. Для изучения инженерно-геологического разреза данной территории необходимо выполнить бурение 3 скважин.

Для бурения скважин будет использоваться колонковый способ бурения.

Колонковое бурение – один из наиболее широко распространенных способов проходки скважин. Основные преимущества: универсальность, т.е. возможность проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород, возможность получения керна с незначительными нарушениями природного сложения грунта. Сравнительно большие глубины бурения, наличие крупного парка выпускаемых промышленностью высокопроизводительных буровых станком как самоходных, так и стационарных, так и стационарных, хорошая освоенность технологии бурения и т.д.

Бурение «всухую» – наиболее распространенная разновидность колонкового бурения при изысканиях.

Проектом предусматривается бурение 3 скважин глубиной 12 м. Общий метраж бурения составляет 36 м.

Техническая оснащённость партии – буровые установки УГБ-50М на базе ЗИЛ-131.





Рисунок 3.2 – УГБ-50М на базе ЗИЛ-131

### **Технология бурения скважин**

Колонковый способ бурения без применения промывочных жидкостей («всухую») – это вращательное бурение кольцевым забоем скважин малого диаметра в породах малой твердости последовательными рейсовыми углублениями, в основном твердосплавным породоразрушающим инструментом (коронками), с заменой инструмента после подъема снаряда, с передачей крутящего момента с помощью бурильных труб вращателем подвижного типа, без дополнительного рабочего механизма, с низкой частотой вращения, без принудительного удаления продуктов разрушения, с получением керна и с отведением последнего путем затирки «всухую» и транспортированием в колонковой трубе, с закреплением стенок обсадными трубами.

Обычно оно ведется укороченными рейсами (длина рейса не превышает 0,8-1,5 м). Параметры режима бурения устанавливают следующие: частота вращения инструмента 80-150 об/мин, осевая нагрузка на забой 3-6 кН. Заклинивание керна проводят затиркой, для чего необходимо последние 0,05-

0,1 рейса пройти с повышенной осевой нагрузкой на забой. Механическая скорость колонкового бурения «всухую» в зависимости от грунтов колеблется от 0,05 до 0,5 м/мин, производительность обычно не превышает 20 м/смену. Для получения качественного керна величину рейса следует устанавливать в пределах 0,5-0,7 м.

### **Вспомогательные работы, сопутствующие бурению**

В процессе проходки скважин предусматривается осуществление следующего комплекса вспомогательных работ, сопутствующих бурению:

- крепление скважины трубами;
- документация керна;
- ликвидация скважины.

*Документация при буровых работах.* Основным геологическим документом разведочных работ является буровой журнал. В журналах по мере бурения скважин подробно описываются состав и состояние вскрываемых пород, отмечаются глубины их вскрытия, указывается глубина отбора проб, приводятся результаты наблюдений за появлением уровней подземных вод, выходом керна.

По данным этих журналов составляются инженерно-геологические колонки отдельных скважин, затем колонки объединяются в инженерно-геологические разрезы.

*Ликвидация скважины.* После окончания бурения и проведения необходимых наблюдений производится ликвидация скважин с целью восстановления нарушенного скважиной естественного состояния пород, для предотвращения: проникновения поверхностных и сточных вод вглубь земли, травмирования людей и животных и т.п. Ликвидацию следует производить путем заполнения скважин породой, извлеченной на поверхность в процессе бурения. После окончания ликвидационных работ составляют акт, в котором указывается количество ликвидируемых скважин.

### 3.3.3 Опробование грунтов

При бурении горных выработок отбираются пробы ненарушенной и нарушенной структуры.

Отбор, упаковка и хранение проб грунта проводится согласно требованиями ГОСТ 12071-2014 [20]

На монолите (керне) грунта после отбора отмечать его верх. Монолиты (керна) и образцы нарушенного сложения снабдить этикеткой. Этикетка должна содержать:

- наименование объекта (участка);
- название, вид, номер выработки;
- глубину отбора образца;
- должность и фамилию лица, производившего отбор образца, его подпись;
- дату отбора образца.

Количество отобранных в процессе изысканий образцов грунта ненарушенной структуры должно быть не менее 6 (согласно СП 47.13330.2016 и СП 11-105-97 ч.IV) для каждого слоя.

В случае вскрытия горизонта подземных вод отбирается проба воды на проведение стандартного химического анализа, определения агрессивности и коррозионных свойств. Каждый встреченный водоносный горизонт опробуется не менее чем 3 пробами воды.

Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000. Подземные воды отбираются из скважины после предварительного желонирования в чистые пластиковые бутылки емкостью 1,5-2,0 л. Перед отбором необходимо сполоснуть бутылку отбираемой на анализ водой. После отстаивания от механических примесей (грунта) заполнить бутылку водой доверху, так чтобы часть ее перелилась через край. Плотно закрыть бутылку, наклеить этикетку с указанием наименования

объекта (участка); номера пробы; номера скважины; глубины отбора; должность и фамилию лица, производившего отбор; дату отбора пробыводы. Отобранные пробы воды упаковывают в ящики, перекладывая поролоном или мягкой тканью (марлей), и отправляют в лабораторию не позднее 10 дней от даты отбора.

### **3.3.4 Полевые опытные работы**

Выбор методов полевых опытных работ исследований грунтов осуществляется в зависимости от вида изучаемых грунтов и целей исследований с учетом стадий (этапов) проектирования, уровня ответственности сооружения, степени изученности и сложности инженерно-геологических условий.

Предусматривается проведение опытов статического зондирования грунтов, согласно ГОСТ 19912.2012 [17]. Статическое зондирование применяется для испытания немерзлых и талых песчано-глинистых грунтов, содержащих не более 25 % частиц крупнее 10 мм. Метод основан на том, что песчано-глинистые породы в зависимости от их состава и свойств оказывают различное сопротивление при вдавливании в породу зонда с коническим наконечником. Результаты статического зондирования оформляются в виде графиков зависимости изменения удельного сопротивления грунта под конусом зонда ( $q$ ) от глубины и изменение сопротивления грунта по боковой поверхности ( $Q$ ) от глубины.

### **3.3.5 Лабораторные работы**

Целью лабораторных испытаний грунтов является определение классификационных и прямых показателей. Точность определение физико-механических свойств грунтов выполняется в соответствии с ГОСТ 30416-2012 [21]. Лабораторные исследования включают определения полного комплекса физико-механических свойств грунтов, естественной влажности,

пределов пластичности, гранулометрического состава, деформационных и прочностных характеристик, а также определение коррозионной агрессивности грунтов. Виды исследования и методики их выполнения приведены в таблице 3.5

Таблица 3.5 – Виды, объемы и методика лабораторных работ

Наименование характеристики, анализа	Методика работ
Природная влажность глинистых грунтов	ГОСТ 5180-2015 [22]
Пределы пластичности	ГОСТ 5180-2015 [22]
Плотность грунтов	ГОСТ 5180-2015 [22]
Плотность частиц грунтов	ГОСТ 5180-2015 [22]
Сопротивление срезу	ГОСТ 12248-2010 [23]
Компрессионные испытания	ГОСТ 12248-2010 [23]
Стандартный химический анализ проб воды	Мет. рек. Москва, 2003 СП 11-105-97, Ч. I, прил.Н
Водная вытяжка грунтов	ГОСТ 26423-85 [26]
Определение коррозионной агрессивности грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля	ГОСТ 9.602-2016 [25]

Лабораторные определения физических характеристик грунтов проводятся следующими методами:

*Естественную влажность* грунтов определяют методом высушивания до постоянной массы ГОСТ 5180-2015 [22]. Пробу грунта массой 15-50 г. взвешивают в закрытой бюксе и поэтапно высушивают в муфельной печи до получения разности при двух последних взвешиваниях не более 0,02 г. Понимая, что полученная разность масс до и после высушивания выраженная в процентах от изначальной массы грунта и является естественной влажностью.

*Верхний предел пластичности* определяют методом балансируемого конуса Васильева А.И. по ГОСТ 5180-2015 [22]. Породу предварительно подготавливают к проведению опыта, разбавляя ее водой до однородной массы. Затем устанавливают конус на поверхность грунта, та влажность, при которой конус за 5 секунд погружается в породу на 10 мм, и является

влажностью на пределе текучести. После берется навеска полученного грунта, и определяется его влажность методом высушивания.

*Нижний предел пластичности* определяется методом раскатывания в жгуты ГОСТ 5180-2015. Грунтовую массу раскатывают на стекле в жгут диаметром 3 мм, потом собирают в комок и опять раскатывают, пока жгут не начнет трескаться на кусочки длиной 3-10 мм. Такое состояние породы указывает, что предел пластичности достигнут. Далее берется навеска полученного грунта, и определяется его влажность методом высушивания.

*Плотность грунта* определяется методом режущего кольца согласно ГОСТ 5180-2015 [23]. Для проведения опыта необходимо кольцо из металла известного объема, весы. Изначально производится взвешивание пустого кольца, затем кольцо с грунтом, тем самым узнают чистый вес грунта, далее определяется плотность грунта, как отношение полученной массы грунта к известному объему кольца.

*Плотность частиц грунта* определяется пикнометрическим методом по ГОСТ 5180-2015. Пикнометр взвешивают с водой налитой до отметки, затем взвешивают вместе с предварительно размельченным грунтом, далее кипятят полученный раствор не менее 0,5 ч для песков и супесей и 1 ч для суглинков и глин. Охлаждают, добавляют воду до мерной риски и опять взвешивают. Затем на основании полученных данных вычисляют удельный вес как отношение произведения массы сухой породы и плотности воды к сумме массы сухого грунта и массы пикнометра с водой за вычетом массы пикнометра с водой и грунтом после кипячения.

Лабораторные определения характеристик прочности и деформируемости грунтов проводятся в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [23] следующими методами:

*Метод одноплоскостного среза.* Испытание грунтов методом одноплоскостного среза проводят путем срезковых испытаний в приборах «СПКА» для получения прочностных характеристик: удельное сцепление и угол внутреннего трения грунтов. Испытание необходимо проводить для

грунтов с показателем текучести  $II \leq 0,5$  по схеме консолидированно-дренированного (медленного) среза, при  $II > 0,5$  по схеме неконсолидированного быстрого среза.

*Метод компрессионного сжатия.* Испытание грунтов методом компрессионного сжатия проводят для определения характеристик деформируемости: коэффициент сжимаемости, модуля деформации.

Сжимаемость глинистых грунтов определяется в компрессионных КПр-1 с площадью колец  $60\text{см}^2$  и высотой 20мм, 25мм. Опыт проводится при сжимающих нагрузках от 0.2 до 1.1 МПа. Все приборы должны быть предварительно оттарированы на соответствующие нагрузки.

Схемы компрессионных испытаний выбираются в зависимости от вида грунта, глубины и условий залегания, а также условий работы грунта в основании сооружений. Для испытаний используют образцы естественной структуры при природной влажности (с предохранением образцов от высыхания) до давлений: 0.3, 0.5, 0.8, 1,1МПа.

*Коррозионные свойства грунтов.* Определение коррозионных свойств грунтов будут выполнены на приборе АКАГ. Анализатор коррозионной активности грунта АКАГ предназначен для качественной и количественной оценки коррозионной агрессивности грунта по отношению к стали в местах укладки подземных сооружений, в соответствии со СП 28.13330.2012 [24] и ГОСТ 9.602-2016 [25].

Для определения коррозионной активности грунтов к бетону, свинцу и алюминию предусматривается определения химического состава водной вытяжки из грунтов, согласно ГОСТ 26423-85 [26].

При выполнении лабораторных работ ведутся журналы согласно ГОСТ 5180-2015, ГОСТ 12248-2010, ГОСТ 9.602-2016 [25].

### 3.3.6 Камеральные работы

Целью камеральных работ является составление отчета по результатам полевых работ и лабораторных исследований грунтов, в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 [14], СП 11-105-97 [15], ГОСТ 25100-2011 [12], ГОСТ 20522-2012 [13].

Отчет снабжается необходимыми выводами и рекомендациями, качественным прогнозом изменений инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации сооружения. При камеральной обработке будут использованы следующие программы:

- Microsoft Word 2016 – для написания текстовой части отчета;
- Microsoft Excel 2016 – для вспомогательных вычислений и составления таблиц;
- AutoCad 2018 – для составления графической части отчета.

Отчета об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов;
- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, графиков, карт фактического материала, инженерно-литологических колонок.



## **4. Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий**

Город Томск расположен в окраинной части Томь-Колыванской складчатой зоны на стыке с Западно-Сибирской плитой. Рельеф местности значительно расчленён, благодаря развитию террас реки Томи и её притоков, а также сети логов.

В геологическом строении участка работ принимают участие отложения четвертичного и палеогенового возраста. Четвертичные отложения представлены пойменными и русловыми фациями, состоящими из суглинков и глин буровато серого цвета, с прослоями и линзами супесей, песков и гравийно-галечниковых грунтов с песчаным заполнителем.

Участок изысканий расположен в зоне с умеренно-континентальным климатом, с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Средняя многолетняя годовая температура воздуха на данной территории отрицательна. Самый холодный месяц - январь, со среднемесячной температурой воздуха минус 19,1°С, самый теплый месяц – июль, со среднемесячной температурой плюс 18,3°С.

### **4.1 Производственная безопасность**

Для решения задач инженерно-геологических изысканий на участке в связи с II степенью сложности инженерно-геологических условий в соответствии с техническим заданием и ответственностью проектируемого сооружения, проектом предусматриваются следующие виды работ:

- топографические работы;
- буровые работы;
- полевые работы;
- лабораторные работы;
- камеральные работы.

Все намеченные полевые работы планируется проводить в летний период. Опасные и вредные факторы которые могут возникнуть в процессе проведения установленных видов работ.

Анализ опасных и вредных факторов приведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 и представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы при выполнении инженерно-геологических работ

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
1	2	3	4	5
Полевой (на открытом воздухе)	1. Рекогносцировка; 2. Топогеодезические работы; 3. Буровые работы 3. Опробование грунтов 3. Термометрические наблюдения 4. Полевые работы (определение плотности методом лунки и испытание грунтов горячими штампами)	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Тяжесть физического труда	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2. Электрический ток; 3. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов; 4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися	ГОСТ 12.2.003-91; ГОСТ 12.2.062-81; ГОСТ 12.3.009-76; ГОСТ 12.4.011-89; ГОСТ 12.4.125-83; ГОСТ 12.1.005-88; ГОСТ 23407-78; ГОСТ 12.1.019-79; ГОСТ 12.1.030-81; ГОСТ 12.1.006-84; ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 12.1.003-2014; ГОСТ 12.1.012-90; ГОСТ 12.4.002-97; ГОСТ 12.4.024-86; ГОСТ 12.1.007-76; ГОСТ 12.1.004-91;

1	2	3	4	5
Лабораторный и камеральный (внутри помещения)	Лабораторные работы: 1. Определение физико- механических свойств грунтов. 2. Написание геологического отчета с использованием ЭВМ	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; 4.Повешенная запыленность рабочей зоны; 5.Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону 6. Умственное перенапряжение	1.Электрический ток; 2. Статическое электричество	ГОСТ 12.1.045-84; СП 52.13330.2011; СанПиН 2.2.4.548-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340- 03; СанПиН 2.2.4.3359-16; СН 2.2.4/2.1.8.566-96; ГОСТ 12.1.003-2014; СН 2.2.4/2.1.8.562-96; ГОСТ 12.1.012-2004; ГОСТ 12.2.003-91; СНиП 2.04.05- 91; ГОСТ Р 12.1.019-2009; ГОСТ 12.1.004-91; ГОСТ 12.1.005-88; СанПиН; 2.2.1/2.1.11278- 03; ПУЭ; ГОСТ 17.2.1.03-84; ГОСТ 17.4.3.04-85;

Внеплановый инструктаж проводится при изменении технологии, ухудшении экологической обстановки, нарушении работниками правил техники безопасности.

#### **4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия**

##### **Полевой этап**

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда.

При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание (гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C.

В тяжелых случаях гипертермия протекает в форме теплового удара, при этом температура тела повышается до 40 °C и пострадавший теряет сознание. Высокая температура воздуха усиливает и потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса.

В полевых условиях для отдыха людей устраиваются места отдыха, в качестве таких мест могут быть использованы промышленно изготовленные палатки или навесы.

Для предотвращения перегрева рабочего персонала на открытых площадках, во время отбора и упаковки проб, необходимо предусмотреть солнцезащитные сооружения. Рабочая одежда должна выполняться преимущественно из легких натуральных тканей светлых тонов.

Так же рабочая бригада должна быть укомплектована дождевиками из непромокаемых материалов на случай выпадения небольшого количества осадков, в сильные ливни работы должны быть приостановлены на время неблагоприятных погодных условий.

Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах.

Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливаются отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

Превышение уровней шума и вибрации. С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве (эксплуатация буровых станков при бурении скважин, производство гидрогеологических откачек). Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям.

Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: частота звука, интенсивность звука, звуковое давление.

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-2014 [27].

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумовые подшипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- качественное изготовление деталей станков и машин;
- замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические;

- правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе);
- применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Вибрация – это совокупность механических колебаний, испытываемых каким-либо телом. Источником вибрации является буровая установка и установка статического зондирования.

Общая вибрация наиболее вредна, чем местная. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [28] и представлены в таблице 4.2.

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [28] наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц. Разделяют общую (вибрация, передаваемая на тело стоящего, сидящего или лежащего человека в точках его опоры) и локальную вибрацию (вибрация, передаваемая через кисти рук человека в местах контакта с управляемой машиной или обрабатываемым изделием). В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Таблица 4.2 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012-2004)

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–
Локальная вибрация	–	–	–	115	19	109	109	109	109	109	109
Транспортно-технологическая вибрация	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

- виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок;
- правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1-1,5 часа работы);
- активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие;
- применение средств индивидуальной защиты.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве.

*Тяжесть физического труда.*

Физический труд характеризуется большой нагрузкой на организм, требующей преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения, а также оказывает влияние на функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.), стимулирует обменные процессы. Основным его показателем является тяжесть. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [29]. Так как в данном проекте предусматривается бурение скважин глубиной 13,5 м, то, согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05, по всем показателям тяжести трудового процесса класс условий труда оптимальный. За исключением показателя 6 (наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену) – более 51, но менее 100 раз за смену – допустимый класс. По рабочей позе – класс вредный первой степени (нахождение в позе стоя до 80 % времени смены). По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течении рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени (до 20 кг и более 20 кг соответственно). Кроме этого, персонал, занятый на данном виде исследований, работает вахтовым методом с ненормированным рабочим днем.

Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления, правильно организуют рабочее время.

Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися. Профилактика природно-очаговых заболеваний имеет особое значение в полевых условиях. Разносят их насекомые, дикие звери, птицы и рыбы. Наиболее распространенные природно-очаговые заболевания:

- весенне-летний клещевой энцефалит, туляремия, гельминтоз;
- укусы, удары и другие повреждения, нанесенные животными и пресмыкающимися;
- укусы и ужаливания ядовитых насекомых, пресмыкающимися и животными.

### **Камеральный и лабораторный этапы**

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечить оптимальное, непрерывное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3 °С.

В рабочей зоне помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [30].



При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:
  - при категориях работ Ia и Ib – 4 °С;
  - при категориях работ IIa и IIб – 5 °С;
  - при категории работ III – 6 °С.

При этом абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в таблице 4.3 для отдельных категорий работ.

*Таблица 4.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений*

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0
	III (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0

*Таблица 4.4 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений*

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более *(3)
Холодный	Ia (до 139)	15-75*(2)	0,1	0,1
	Iб (140-174)	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	15-75	0,2	0,4

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 м<sup>3</sup>/ч на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ЭВМ должны проектироваться исходя из 90%-ной циркуляции.

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.*

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10-12%.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 [31]. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы светорассеивающие шторы, жалюзи или солнцезащитные плёнки. В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещённое освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в тёмное, но и в светлое время суток.

Для искусственного освещения помещений следует использовать светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80

Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора и стене с окнами.

Согласно действующим строительным нормам и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого – коэффициент естественной освещённости (КЕО). Нормирование освещённости производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещённости – это СП 52.13330.2011 [32] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещённости. Так, для ограничения неблагоприятного действия пульсирующих световых потоков газоразрядных ламп установлены предельные значения коэффициентов пульсации освещённости рабочих мест в пределах 10-20% в зависимости от разряда зрительной работы.

*Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения.*

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфранизко частотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут негативно воздействовать на человека. В настоящее время разработаны документы, регламентирующие правила пользования дисплеями. Наиболее известны шведские документы MRP II 1990:8 (Шведский национальный комитет по защите от излучения) и более жесткий стандарт TCO 95 (Шведская конференция профсоюзов). Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с макировкой LowRadiation, компьютеры с

жидкокристаллическим экраном и монитору с установленной защитой по методу замкнутого круга.

Оценка опасности воздействия магнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 (до 1996 г.) [33]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности  $E$  и  $H$  электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам MPR II не должна превышать 2.5 В/м по электрической и 0.5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

В целях снижения напряженности электростатического поля необходимо удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

К мероприятиям по обеспечению безопасности условий труда при работе на ЭВМ относят защиту расстоянием, временем, средствами индивидуальной защиты и т.п.:

- расстоянием – необходимое расстояние от экрана компьютера до глаз не менее 50 см;
- временем – организация перерывов на 10-15 минут через каждые 60 минут работы.

Организация безопасности работы на ЭВМ и ВДТ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

*Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.*

При проведении лабораторных исследований в воздух выделяются вредные и опасные твердые и жидкие вещества, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы образуют аэродисперсные системы – аэрозоли. Аэрозолями называют воздух или газ, содержащие в себе взвешенные твердые или жидкие частицы.

Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности. Аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например, в дезинтеграторах, дробилках, мельницах и других процессах.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Пыль железной руды содержит до 30% свободной  $\text{SiO}_2$ . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – пневмокониозы.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ.

Мероприятия для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны:

- увлажнение обрабатываемых материалов предупреждает пыление, попадание частиц пыли в воздух рабочей зоны;
- использование вентиляции;
- применение средств индивидуальной защиты

В ряде случаев для защиты от воздействия вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы), однако следует учитывать, что при этом существенно снижается производительность труда персонала.

*Утечки токсических и вредных веществ в атмосферу.*

Для обеспечения поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ, здания и помещения лабораторий должны быть устроены и оборудованы в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами СП 2.2.1.1312-03.

Химические анализы проб будут проводиться в химикоаналитической лаборатории.

Для предупреждения химических ожогов необходимо соблюдать правила безопасности при разливе и переноске реактивов. Опасность устанавливается в зависимости от величины ПДК, средней смертельной дозы и зоны острого или хронического действия. Все операции, связанные с применением, выделением или образованием ядовитых, огне- или взрывоопасных веществ, необходимо проводить только в вытяжном шкафу под тягой на удалении от других работ, при работающей вентиляции, с обязательным соблюдением всех мер предосторожности.

Спецодежда служит для защиты работающих от неблагоприятных воздействий производственной среды (механических, химических термических) и природных факторов. Она не должна нарушать нормальной терморегуляции организма человека, обладать необходимой воздухо- и паропроницаемостью, не мешать выполнению трудовых операций, иметь приятный внешний вид. Ткани спецодежды должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.135-84, быть достаточно прочными, носкими, мягкими, легкими и не вызывать раздражения кожи.

#### *Монотонность труда и умственное перенапряжение.*

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [29].

Умственный труд классифицируется по напряженности труда. Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на ЦНС, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [29] класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный:

- решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкции);
- обработка, проверка и контроль за выполнением задания;

- работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат.

Основным показателем трудовой деятельности человека принято считать его работоспособность, то есть способность производить действия, характеризующаяся количеством и качеством работы за определенное время.

#### **4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия**

##### **Полевой этап**

##### *Электрический ток.*

Опасностями поражения током при проведении полевых работ являются поражения от токонесущих элементов каротажной станции (подъемника, лаборатории и скважинных приборов), поэтому требования безопасности сводятся, в основном, к мерам электробезопасности.

Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям (находящимся под напряжением), отсутствие заземления и др. Поэтому работа на каротажных станциях требует помимо соответствующей квалификации персонала большого внимания и строгого соблюдения правил электробезопасности.

Корпуса всех агрегатов должны быть надежно заземлены. Для защиты от прямых ударов молний применяются молниеотводы. Металлические буровые вышки в целях грозозащиты должны иметь заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Запрещается во время грозы производить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [34].

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

1. ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств

2. все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи.

3. целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стой! Напряжение», «Не влезай! Убьет» и др.); запрещающие («Не включать. Работают люди» и др.); предписывающие («Работать здесь» и др.); указательные («Заземлено» и др.).

Помощь пораженному электротоком необходимо оказывать немедленно, во-первых нужно добиться прекращения действия тока на пострадавшего, для чего любым способом изолировать его от источника тока.

*Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.*

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждого работника нужно проинструктировать по технике безопасности; обеспечить медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [35].

До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования.

Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ



При передвижении буровой установки работники буровой бригады могут находиться только в кабине водителя, причем в количестве, не превышающем указанного в техническом паспорте транспортного средства.

Согласно ГОСТ 12.2.003-91 [35] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2001 [36] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-89 [37].

### **Лабораторный и камеральный этапы**

#### *Электрический ток*

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность изоляции токоведущих частей оборудования, неисправность электропроводки, неисправные электроприборы, отсутствие заземления. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79 [38].

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма особое значение имеет соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038–82 устанавливаются предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы

электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

*Таблица 4.5 – Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок*

Род тока	U, В	I, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Помещения лаборатории и камеральной обработки материалов относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ, так как они характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность, а именно:

- влажность воздуха не превышает 75 %;
- отсутствие токопроводящей пыли, в связи с отсутствием таковых материалов;
- отсутствие токопроводящих полов;
- относительно невысокая температура воздуха.

В помещении лаборатории и камеральной обработки материалов влажность воздуха составляет в среднем 40-50 %, токопроводящей пыли нет, полы деревянные и температура воздуха составляет 20-24 °С

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 [34] и ГОСТ 12.1.038-82:

- При работе на ПЭВМ все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети.
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общими рубильниками;

- все соединения ЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

К основным мероприятиям, направленным на ликвидацию причин травматизма относятся:

- систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники, и контроль за их соблюдением;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;
- своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово- профилактических испытаний и предупредительных ремонтов.

Пожарная и взрывная безопасность при лабораторном и камеральном этапах работы. Пожар - это неконтролируемое горение вне специального очага, развивающееся во времени и пространстве.

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарная защита.

Согласно НПБ 105-03 [39] камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель). Согласно НПБ 105-03 [39] камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку. Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности. Обучать персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае загорания или 103 пожара, контролировать соблюдение рабочими противопожарного режима, обеспечивать исправное содержание и постоянную готовность к действию средств огнетушения, применять меры по ликвидации возникающих пожаров.

Помещения для лабораторных и камеральных работ подлежат защите автоматическими установками пожаротушения или огнетушителями типа ОУ-5 и автоматической пожарной сигнализацией

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка

## **4.2 Экологическая безопасность**

### **4.2.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению**

Экологическая безопасность - допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде. При производстве работ выполняются все положения по охране недр, окружающей среды, охране атмосферного воздуха, о животном мире, об отходах производства и потребления, правила пожарной безопасности и т.д. Экологическую безопасность регламентируют такие ГОСТы как, ГОСТ 17.2.1.04-77 [42], ГОСТ 17.1.3.06-82 [41], ГОСТ 17.1.3.02-77 [43], ГОСТ 17.4.3.04-85 [40].

Во время инженерно-геологических работ следует:

- исключать все действия, наносящие вред компонентам окружающей среды и человеку.
- после завершения буровых работ все выработки ликвидируются путем обратной засыпки с трамбовкой.
- проходка горных выработок будет осуществляться с соблюдением всех норм, правил и нормативных документов
- все работники обязаны соблюдать правила пожарной безопасности в лесах, не допускать повреждение лесных культур, засорение участка, а также соблюдать другие требования законодательства Российской Федерации.

Охрана труда организуется в соответствии с требованиями действующих правил и инструкций:

- руководитель или ответственный исполнитель полевых работ до выезда на объект проверяет прохождение всеми работниками обучения по технике безопасности и наличие у них соответствующего удостоверения и прав ответственного ведения работ.
- по прибытии на объект руководитель работ обязан выявить особо опасные участки и провести необходимый дополнительный инструктаж по правилам ведения работ в этих условиях
- полевые подразделения должны ежедневно докладывать руководителю о ходе выполнения работ.

Воздействие на окружающую среду в период проведения инженерных изысканий будет носить временный характер, ограниченный сроками изысканий.

#### *Земельные ресурсы*

Загрязнение бытовыми и строительными отходами во время проведения изысканий будет исключено за счет использования пластиковых контейнеров под отходы с дальнейшим вывозом с места производства работ.

Периодически во время производства работ планируется выполнение контроля производства изысканий на соблюдение норм экологической безопасности.

#### *Приземный слой атмосферы*

Загрязнение воздуха при проведении инженерных изысканий не должно превышать допустимых норм.

#### *Растительный и животный мир*

Шумовые, световые виды воздействия на животный мир незначительны и связаны с перемещением изыскателей в районе выполнения изыскательских работ.

При производстве буровых работ, загрязнение может приводить к снижению продуктивности почв и ухудшению качества подземных и поверхностных вод. Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими:

- неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок;
- планировка буровых площадок;
- нерациональное использование земельных участков под буровые установки;
- несоблюдение правил и требований.

При проведении инженерно-геологических работ необходимо выполнение следующих правил и мероприятий по охране природы:

- обязательна ликвидация возможных вредных последствий от воздействия на природу;
- не допускается разведение костров, за исключением специально оборудованных для этого мест;
- не допускается загрязнение участка проведения работ;
- для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности;
- установка маслосборников для быстрого удаления ГСМ;

- ликвидация скважин методом послойной засыпки ствола, извлеченным грунтом с послойной трамбовкой.

С целью уменьшения повреждений земельных угодий и снижение вредных воздействий, геологоразведочные организации должны ежегодно разрабатывать планы-графики перемещения буровых агрегатов с учетом времени посевов и уборки сельскохозяйственных культур и по возможности располагать на малопродуктивных землях. Также все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы.

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение.

Кроме того, при изысканиях необходимо выявлять наличие загрязняющих веществ и осуществлять разработку предложений по утилизации и нейтрализации этих веществ.

### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация - состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС.

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

- по происхождению (антропогенные, природные);
- по продолжительности (кратковременные затяжные);
- по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);
- по масштабу распространения.

ЧС природного характера возникают при естественных природных явлениях, происходящих в окружающей среде, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. К природным чрезвычайным ситуациям относятся:

- геофизические опасные явления - землетрясения, извержения вулканов и т. д.;
- геологические опасные явления - оползни, сели, обвалы, пыльные бури и т. д.;
- метеорологические опасные явления - бури, заморозки, суховей, засуха и т. д.;
- гидрологические опасные явления - наводнения, половодья, подтопление и т. д.;
- гидрогеологические опасные явления - опасно высокие уровни грунтовых вод и т. д.;
- природные пожары - лесные, торфяные, пожары степных и хлебных массивов.

Техногенные ЧС связаны с производственной деятельностью человека и классифицируются по типам аварий, которые являются источниками основных видов чрезвычайных ситуаций техногенного характера, и частично характеризуют также сферу и особенности проявления этих опасных событий:

- транспортные аварии;



- пожары и взрывы;
- аварии с выбросом химически опасных веществ;
- внезапное обрушение зданий;

На устойчивость работы объекта в условиях ЧС оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта; подготовленность персонала к работе в ЧС;
- надежность системы управления производством; характеристика технологического процесса (используемые вещества, методы обработки и проч.) и ряд других.

Необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения о возникновении ЧС. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения ЧС, а также быть обученным выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения.

Возможные чрезвычайные ситуации в районе проектируемого строительства могут быть как техногенного (пожары и взрывы на близлежащих территориях) характера, так и природного.

В районе проводимых работ возможны следующие чрезвычайные ситуации:

1. техногенного характера:
  - пожары (взрывы) в зданиях;
  - пожары (взрывы) на транспорте

Рабочий персонал должен быть подготовлен к проведению работ таким образом, чтобы возникновение чрезвычайных ситуаций не вызвало замешательства и трагических последствий.

### *Пожары (взрывы) в зданиях*

Необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Ни в коем случае не тушить водой горящие электропроводку и электроприборы, находящиеся под напряжением - это опасно для жизни. Никогда не прячьтесь в задымленном помещении в укромные места.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) в здании:

- разработка, внедрение и контроль за соблюдением пожарных норм и правил;
- ведение конструирования и планирования с учетом пожарной безопасности создаваемых объектов;
- совершенствованием и содержанием в готовности противопожарных средств;
- регулярным проведением пожарно-технических обследований зданий;
- для избежания пожаров необходимо избегать хранение значительного количества воспламеняющихся и горючих жидкостей, а так же склонных к самовозгоранию и способных к взрыву веществ.
- содержать в исправном состоянии выключатели, розетки сети электроснабжения, и др. приборы;
- пропаганда пожарно-технических знаний среди населения

### *Пожары (взрывы) на транспорте*

Возгорание транспортных средств возникает в основном по причине неисправности их узлов и агрегатов, а также топливной системы.

При возникновении пожара нужно немедленно покинуть салон транспортного средства, прикрывая дыхательные пути. Выбравшись, нужно отойти на безопасное расстояние, немедленно сообщив о случившемся и оказав при необходимости первую медицинскую помощь.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) на транспорте:

- периодически проверять используемую машину;

- следить за ее состоянием и своевременно проходить технический осмотр;
- иметь в транспорте исправный огнетушитель и уметь его использовать.

В пожароопасный сезон, то есть в период с момента схода снегового покрова в лесу до наступления устойчивой дождливой осенней погоды или образования снегового покрова, запрещается:

- разводить костры в хвойных молодняках, старых горельниках, на участках поврежденного леса (ветровал, бурелом), торфяниках, в местах с подсохшей травой, а также под кронами деревьев и т.д. В остальных местах разведение костров допускается на площадках, окаймленных минерализованной полосой шириной не менее 0,5 метра. По истечении надобности костер должен быть тщательно засыпан землей или залит водой до полного прекращения тления;

- бросать горящие спички, окурки и горячую золу из курительных трубок;
- оставлять промасленный или пропитанный бензином, керосином или иными горючими веществами обтирочный материал в не предусмотренных местах;
- заправлять горючим топливные баки двигателей внутреннего сгорания при работе двигателя, использовать машины с неисправной системой питания двигателя, а также курить или пользоваться открытым огнем вблизи машин, заправляемых горючим.

При проведении работ в лесу горюче-смазочные материалы хранить в закрытой таре, очищать в пожароопасный сезон места их хранения от растительного покрова, древесного хлама, других легковоспламеняющихся материалов и окаймлять минерализованной полосой шириной не менее 1,4 метра;

В местах проведения работ и расположения объектов следует иметь первичные средства пожаротушения (бочки с водой, ящики с песком, огнетушители, топоры, лопаты, метлы и другие).

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать проходы различными предметами и оборудованием, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара, и противопожарная защита.

Согласно НПБ 105-03 [39] камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку. Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности.

Для быстрой ликвидации возможного пожара при производстве работ располагается стенд с противопожарным оборудованием, который находится в производственном помещении, содержание которого должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91 (таблица 4.6) [44].

*Таблица 4.6 – Противопожарное оборудование на предприятии*

Оборудование	Количество, шт.
Огнетушитель марки ОУ-5	1
Ведро пожарное	1
Багор	1
Топор	1
Лом	1
Ящик с песком, 0,2 м <sup>3</sup>	1

Пожарный щит необходим для неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады (звонить 01 или с сотового 010). Инструменты должны находиться в исправном состоянии и

обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

#### **4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном 112 порядке.

Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда и обеспечен средствами индивидуальной и коллективной защиты. Каждый участок, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка данного объекта. На рабочих местах, а также в местах, где возможно воздействие на человека вредных и (или) опасных производственных факторов, должны присутствовать предупредительные знаки и надписи. При возникновении несчастного случая пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медицинский пункт, а также сообщить о случившемся руководителю подразделения.

Рабочий несет ответственность за:

1. соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;
2. выполнение требований инструкций (паспортов) заводо-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаро и электробезопасности;
3. качественное выполнение работ;

4. сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;

5. аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда.

Перед началом работ рабочий должен:

1. проверить наличие защитных средств;
2. проверить наличие средств пожаротушения;
3. ознакомиться с условиями производства и характером работ и поучить разрешение на производство работ у лица, ответственного за безопасное производство работ.

Перед началом работ должны быть определены опасные зоны, в которых возможно воздействие опасных производственных факторов, связанных или не связанных с технологией и характером выполняемых работ.

Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения.

Существуют некоторые правила, которые необходимо соблюдать работнику лаборатории:

- к работе не допускаются лица, не прошедшие инструктаж (периодичность для студентов- 2 раза в год);
- продолжительность работы в лаборатории составляет не более 8 часов в день (перерывы через каждые 45-50 минут);
- работа с химическими веществами запрещена беременным женщинам и несовершеннолетним;
- периодичность медосмотров - раз в год.

Законодательством об охране труда для работников, занятых на работах с вредными условиями труда или связанных с загрязнением, устанавливаются компенсации и льготы:

Согласно ст.117 Трудового Кодекса Российской Федерации, в соответствии со «Списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда» утвержденным Постановлением Государственного Комитета Труда СССР № 298/П-22, утвержденным 25 октября 1974 г., для работников следующих профессий, устанавливается дополнительный отпуск в рабочих днях:

- машинист буровой установки – 6 рабочих дней;
- картограф, топограф, чертежник, занятые составлением, вычерчиванием топографических, географических, геологических, морских и специальных планов и карт – 6 рабочих дней;

Согласно ст. 221 Трудового Кодекса РФ и ст. 37 Конституции Российской Федерации работникам выдаются бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (средства защиты рук, средства защиты ног, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты органов дыхания).

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [45] при организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ;
- статические нагрузки рабочей позы;
- время пребывания.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуется при физической работе средней тяжести и тяжелой. Если технологический процесс не требует постоянного перемещения работающего и физическая тяжесть работ позволяет выполнять их в положении сидя, в конструкцию рабочего места следует включать кресло и подставку для ног

Помещение должно быть просторным, хорошо проветриваемым и в меру светлым

Яркий солнечный свет порождает блики на мониторе, поэтому лучше предусмотреть жалюзи. Вообще по всем гигиеническим нормам помещение в целом и рабочее место должны быть освещены достаточно и равномерно. Недопустимо в темной комнате освещать только рабочее пространство, однако если для какой-либо работы необходим очень яркий свет, то лучше дополнительно осветить рабочее место при достаточном, но не излишнем фоновом освещении.

Пыль и жара — враг не только здоровья, но и техники, поэтому лучше установить кондиционер

Синтетические ткани при соприкосновении с натуральными и с телом накапливают статическое электричество, которое вредно для техники и вызывает неприятные ощущения при прикосновении к заземленным деталям — поэтому постелите палас из натуральной шерсти и ходите в одежде из натуральных волокон. Энергоснабжение и заземление в тему этой статьи не входят.

Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом  $\pm 15^\circ$  от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом  $\pm 15^\circ$  от сагиттальной плоскости

Конструкция и обустройство рабочего места должны обеспечивать оптимальную рабочую позу работника, учитывающую и не препятствующую естественным физиологическим процессам организма работника и



обеспечивающую оптимальную возможность выполнения работы для которой предназначено рабочее место.

В современном мире значительная часть работы делается в положении сидя, организуя сидячее рабочее место необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- высоту рабочей поверхности и размеры рабочей зоны, возможности регулировать эти параметры под индивидуальные особенности организма работающего;
- высоты и строения опорной поверхности (плоская опорная поверхность, седловидная опорная поверхность, наклонные распределенные опорные поверхности);
- пространства для ног.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места должны учитывать индивидуальные особенности работника. Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

#### Размещение технологической и организационной оснастки

- На месте не должно быть ничего лишнего, все необходимое для работы должно находиться в непосредственной близости от работающего, размещение оснастки должно исключать неудобные позы работника;
- те предметы, которыми пользуются чаще, располагаются ближе тех предметов, которыми пользуются редко;
- те предметы, которые берутся левой рукой, должны находиться слева, а те предметы, что берутся правой рукой, — справа;
- более опасная с точки зрения травмирования оснастка должна располагаться ниже менее опасной оснастки; однако при этом следует учитывать, что тяжелые предметы при работе удобнее и легче опускать, чем поднимать;

- рабочее место не должно загромождаться заготовками и готовыми деталями.

Конструкция и расположение средств отображения информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать безошибочное, достоверное и быстрое восприятие информации. Акустические средства отображения информации следует использовать, когда зрительный канал перегружен информацией, в условиях ограниченной видимости, монотонной деятельности.

## **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **5.1 Основные направления деятельности ОАО «Томгипротранс»**

Основные виды деятельности ОАО «Томгипротранс» – это комплексные инженерные изыскания и разработка проектно-сметной документации на объекты капитального строительства и линейные объекты.

По всем видам проектных работ полный комплекс инженерных изысканий институт выполняет собственными силами, ОАО «Томгипротранс» оснащен современным буровым оборудованием, оборудованием для статического и динамического зондирования, прессиометрическим комплексом, геодезическими и геофизическими приборами и собственной аттестованной грунтоведческой лабораторией, а также современной компьютерной техникой и ПО.

Виды проектных работ:

- Топографо-геодезические
- Инженерно-геологические
- Инженерно- экологические
- Инженерно- гидрометеорологические
- Инженерно- геотехнические
- Инструментальные обследования строительных конструкций зданий и сооружений
- Закрепление трассы на местности

## 5.2 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий и объем проектируемых работ.

Расчет сметы будет составлен на основании параметров технического задания и их объемов представленных в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Техническое задание

1.1 Полное наименование объекта.	Автосалон «Южный» г. Томск
1.2 Вид строительства.	Новое строительство.
1.3 Цели и виды инженерных изысканий.	Оценка инженерно-геологических условий и обоснование видов, объемов и методов работ при инженерных изысканиях
1.4 Основание на производство инженерных изысканий.	Задание на проектирование.
1.5 Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства.	Стадия раб. документация.
1.6 Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях.	Инженерно-геологические и топографо-геодезические изыскания прошлых лет ОАО «Томгипротранс».
1.7 Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности.	Нежилое здание. Уровень ответственности сооружений 2 (нормальный). Габариты в плане 60x40 м.
1.8 Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	СП 47.13330.2012; СП 11-105-97; и др. действующие нормативные документы.
1.9 Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимых данных и характеристик при инженерных изысканиях для строительства.	Доверительная вероятность расчётных значений характеристик грунтов следует устанавливать в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011
1.10 Требования к отчётной документации.	Состав и содержание технического отчета регламентируется СП 47.13330.2012. Форма предоставления отчётных материалов оговариваются в договорной документации.

### 5.3 Виды и объёмы проектируемых работ

В соответствии с требованиями данных нормативных документов запроектированы виды работ, указанные в табл. 5.2 Виды и объемы проектируемых работ назначаются согласно требованиям нормативных документов, действующих на территории РФ – СП 47.13330.2012, СП 11-105-97.

Таблица 5.2 – Виды и объемы проектируемых работ.

Виды работ	Единица измерения	Объем
<i>Полевые работы</i>		
1. механическое колонковое бурение скважин диаметром менее 160 мм	п.м.	36 (РСН 74-88)
2. отбор проб ненарушенной структуры	опред	30 (ГОСТ 12071-2014)
3. Статическое зондирование	колич	6 (ГОСТ 12071-2014)
<i>Лабораторные работы</i>		
4. Полный комплекс определений физико-механических свойств грунтов	опред.	50 (ГОСТ 5180-2016)
5. Влажность	опред.	30
6. Консистенция при нарушенной структуре	опред.	30
7. Плотность частиц гр. сост.	опред.	30
8. Коррозионные свойства грунтов	опред.	3 (ГОСТ 9.602-2016)
9. Анализ воды	опред.	3 (Мет.рек. Москва, 2003 СП 11-105-97 [15], Ч.1 прил. Н)

## 5.4 Расчет затраты времени на производство работ и сметной стоимости проектируемых работ

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с ЕНВиР и ССН на изыскательские работы с учётом опыта аналогичных работ прошлых лет. Нормы на геологические работы определяются категорией сложности геологического строения участка работ и проходимости местности. При проведении буровых работ определяются объемы и способы проведения вспомогательных работ.

### *Рекогносцировочное обследование*

Рекогносцировочное обследование предусмотрено для выявления опасных инженерно-геологических процессов и явлений, а также для выяснения условий производства работ. Рекогносцировочное обследование производится инженером геологом III категории.

Таблица 5.3 – Затраты времени на рекогносцировочное обследование

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
	Ед. измерения	Количество			
Маршрутные наблюдения, пешие переходы	км	0.2	0,64 см	ССН вып.1, часть 1, табл. 38	0.12

### *Топографо-геодезические работы*

Топографо-геодезические работы проектируются для выноса в натуру, инструментальной плановой и высотной привязки горных выработок и мест проведения полевых испытаний. Общее количество точек, подлежащих выносу в натуру и привязке, составляет 10 точек. Работы выполняются бригадой в составе инженер-геодезист I категории и замерщик 3 разряда.

Таблица 5.4 – Затраты времени на топогеодезические работы

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итог
	Ед. измерения	Количество			
Топогеодезические работы	точка	10	0,56 бр/см	ССН вып. 9, табл. 24	5.6

### *Буровые работы и опробование грунта*

В данном проекте буровые работы необходимы для составления геологического разреза и отбора проб грунтов с целью изучения их состава, состояния и физико-механических свойств в лабораторных условиях. Бурение инженерно-геологических скважин, планируется осуществлять буровым станком УГБ-50М, колонковым способом. Отбор проб грунта производился нарушенной и ненарушенной структуры, интервал опробования выполнялся в среднем от 1,5 до 2,5 м.

Проектом предусматривается бурение 3-х скважин глубиной до 12-13 м. Опробования производится с целью выяснения состава, состояния и свойств грунтов. В процессе работ планируется отобрать 30 проб ненарушенной структуры.

Буровые работы и опробование грунта осуществляется буровой бригадой в составе мастера буровой установки и помощником бурового мастера, под руководством инженера-геолога III категории.

Таблица 5.5 – Затраты времени на буровые работы

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
	Ед. измерения	Количество			
1) Бурение скважины глубиной 12 метров	п.м.	36	0,05 ст/см	ССН вып.5, табл.1 65	1,8
Итого на бурение					1,8
2) Монтаж-демонтаж для скважин глубиной 12 м	скважина	3	1,53 ст/см	ССН вып.5, табл.1 90	4,59
Итого на монтаж-демонтаж					4,59
Итого на весь процесс бурения скважин					6,39

### *Полевые испытания грунтов*

При проведении инженерно-геологических изысканий на данном участке предусматривается полевые определения прочностных и деформационных характеристик методом статического зондирования. Данные работы выполняются силами бригады в составе мастер буровой установки, помощник бурового мастера под руководством инженера геолога III категории.

Таблица 5.6 – Затраты времени на полевые опытные работы

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
	Ед. измерения	Количество			
Статическое зондирование	метр	72	0,16	ЕНВиР н. 946	11,52
Итого на бурение					11,52



Таблица 5.7 – Затраты времени на опробование

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
	Ед. измерения	Количество			
Опробование: - отбор образцов	образцы	30	0,664	ЕНВиР н. 367 б	19,92
Итого на бурение					19,92

### *Лабораторные работы*

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств, для выделения классов, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011. Работы выполняются: начальником лаборатории, инженером-лаборантом и техником-лаборантом.

Таблица 5.8 – Затраты времени на лабораторные работы

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
	Ед. изм.	количество			
Определение природной влажности	опыт	30	0,126	ЕНВиР н. 1622	3,78
Определение влажности на границе текучести	опыт	30	0,954	ЕНВиР н. 1631	28,62
Определение влажности на границе раскатывания	опыт	30	0,954	ЕНВиР н. 1631	28,62
Определение плотности	опыт	30	0,284	ЕНВиР н. 1628	8,52
Определение плотности частиц	опыт	30	0,37	ЕНВиР н. 1629	11,1
Определение угла внутреннего трения и удельного сцепления	опыт	18	1,3	ЕНВиР	23,4
Определение модуля деформации	опыт	18	0,609	ЕНВиР н. 1629	10,9
Определение химического состава и агрессивных свойств воды	опыт	6	5,49	ЕНВиР н. 1648	32,94
Определение агрессивных свойств грунта	опыт	3	0,353	ЕНВиР н. 1805	1,059
Итого на лабораторные работы					148,94

### *Камеральные работы*

В этот период производится анализ, интерпретация и обобщение всей собранной информации об инженерно-геологических условиях участка работ.

На данном этапе предусмотрены следующие виды работ составление программы работ по итогам рекогносцировочного обследования и написание отчета.

Данный вид работ выполняется инженером-геологом III категории.

Таблица 5.9 – Затраты времени на камеральные работы

Виды работ	Объем		Норма времени	Сборник сметных норм выпуск таблица	Итого
	Ед. измерения	Количество			
Нанесение на готовый топографический план выработок	1 точка	3	0,258	ЕНВиР н. 1843	0,774
Нанесение геологического разреза на план	1 разрез	1	0,072	ЕНВиР н. 1848	0,072
Вычисление грунтовых характеристик (у, S <sub>г</sub> и т.п.) по готовым формулам	1 вычисл.	30	0,018	ЕНВиР н. 1909	0,54
Составление сводных таблиц по генетическим и литологическим признакам	1 строка	50	0,065	ЕНВиР н. 1908	3,25
Составление графиков зондирования	1 график	6	0,543	ЕНВиР н. 1924	3,26
Подсчет всех видов агрессивности воды	1 анализ	6	0,312	ЕНВиР н. 1903	1,87
Итого на камеральные работы					9,77

## 5.5 Расчёт сметной стоимости на выполняемые виды работ по справочнику базовых цен

*Смета на инженерно-геологические изыскания*

Наименование объекта: проект инженерно-геологических исследований участка для строительства автокомплекса «Южный» в городе Томске.

Сметный расчёт составлен по справочнику базовых цен на инженерно-геологические изыскания для строительства 1999 (СГЭ-99).

*Таблица 5.10 – Сметный расчет*

Виды работ	Объем		Обоснова ние стоимост и	Расчет стоимости			Стоимость, руб.
	Ед. измере ния	Кол- во					
1	2	3	4	5			6
<b>Полевые работы</b>							
Инженерно-геологическая рекогносцировка 2 категория сложности	км	0,2	СГЭ-99 таб. 93, §2	26,0		0,5	13,0
Предварительная разбивка буровых скважин. Категория сложности производства измерений – II. Расстояние между точками до 50 м.	т.	3	СГЭ-99 таб. 93, §1, прим. 1.	8,5	0,5	3	12,75
Плановая и высотная привязка буровых скважин. Категория сложности производства – II.	т.	3	СГЭ-99 таб. 93, §1	8,5		3	25,5
Колонковое бурение технических скважин установкой УГБ-50М	п.м.	36	СГЭ-99 таб. 19, §4	18,4		36	662,4
Отбор монолитов грунтоносом ГЗ-2	мон.	30	СГЭ-99 таб. 57, §2	30,6		30	918,0
Отбор проб воды для хим. анализа	обр.	3	СГЭ-99 таб. 60, §9	18,8		3	56,4
Испытание грунтов методом статического зондирования установкой УСЗ 15/36А	исп.	6	СГЭ-99 таб. 45, §5	216,8		6	1300,8
<b>Итого полевых работ</b>							<b>2988,85</b>

<b>Итого полевых работ с коэф. 0,85</b>			0,85 от п. 12 СГЭ-99				<b>2540,52</b>
<b>Прочие расходы</b>							
Организация и ликвидация работ	%	9%	СГЭ-99 п. 13 ОУ	<b>2988,85</b>	269		
<b>Итого прочих расходов</b>						<b>229</b>	
<b>Итого полевых работ с учетом льготной доплаты к з/п (2540,52+269)*1,15</b>							
1.15 – п. 8 д, т.3, п.5 (определяется по месту проведения – г. Томск)							
<b>Лабораторные работы</b>							
Природная влажность	обр.	30	СГЭ-99 таб. 62, §1	4,0		30	120
Пределы пластичности	обр.	30	СГЭ-99 таб. 63, §3	18,2		30	546
Плотность	обр.	30	СГЭ-99 таб. 62, §4	4,5		30	135
Сжимаемость	опр.	30	СГЭ-99 таб. 63, §17	101,9		30	3057
Коррозионная активность грунта по отношению к углеродистой стали	обр.	3	СГЭ-99 таб. 75, §4	18,2		3	54,6
Химический анализ воды и определение агрессивной углекислоты	опр.	3	СГЭ-99 таб. 73, §3	45,7		3	137,1
<b>Итого лабораторных работ</b>						<b>4049,7</b>	
<b>Камеральные работы</b>							
Изучение материалов прошлых лет, 2 категория		100	СГЭ-99 таб. 73, §3	9			900
Составление программы работ глубиной до 24 м, площадью до 1 км <sup>2</sup> , 2 категория	пр.	1	СГЭ-99 таб. 81, §4, прим 1,2	1100	1,2 5; 0,5	1	688
Камеральная обработка буровых работ, 2 категория	п.м.	36	СГЭ-99 таб. 82, §1	8,2		36	295,2
Камеральная обработка лабораторных исследований физико-механических свойств глинистых грунтов	%	20	СГЭ-99 таб. 86, §1	п.25-(п.15+п.21)*0,2			1311
Камеральная обработка коррозионной активности грунтов, химического состава воды	%	15	СГЭ-99 таб. 86, §5, 8	(п.22+п.24)*0,15			98

Камеральная обработка грунтов методом статического зондирования	т.	6	СГЭ-99 таб. 83, §3	48,2		6	289,2
Составление технического отчета, 2 категория	отч.	1	СГЭ-99 таб. 87, §1	Σп.п.26-33*0,21			936
Составление программы работ	пр.	1	СГЭ-99 таб. 87, §2	Σп.п.26-33*0,21			936
<b>Итого камеральных работ</b>							<b>5453,4</b>
Стоимость лабораторных, камеральных работ, с учетом льготной доплаты к з/п 1,3 П. 8 д, т.3, п.7 (определяется по месту проведения – г. Томск)				1,3			<b>12354,03</b>
К=45,12 – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 20.03.2017 г. №8802-ХМ/09							<b>557413,83</b>
<b>Итого основных расходов</b>							<b>557413,83</b>
Накладные расходы				20% от ОР			111482,77
Плановые накопления				8% НР+ОР			53511,73
Компенсируемые расходы				2,6% от ОР			14492,76
Резерв				3% НР+ОР			20066,89
НДС				18%			100334,49
<b>Итого сметная стоимость изыскательских работ</b>							<b>857302,47</b>

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ под строительство автосалона с учетом НДС равна 857302,47 рублей.

## Заключение

В данном дипломном проекте была рассмотрена площадка строительства автосалона. Описаны географические, климатические и геологические условия района работ, изучены инженерно-геологические условия участка, выявлены наиболее опасные геологические процессы.

Участок рассмотрен с точки зрения проектируемых работ и разработан план и методика проведения инженерно-геологических исследований для стадии рабочей документации, обеспечивающих получение достоверных данных, необходимых для проектирования. На данном участке, по фондовым материалам, выделены ИГЭ, рассчитана сфера взаимодействия сооружения с геологической средой и составлена расчетная схема.

На участке планируется выполнить топографо-геодезические, буровые работы, инженерно-геологическое опробование, полевые опытные исследования, лабораторные и камеральные работы. Исследования будут проводиться по методикам, регламентированным нормативно-техническими документами.

### Список использованных источников

1. Евсева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы. – Томск, ТГУ, 2001. – 223 с.
2. [http://www.priroda.ru/regions/climate/detail.php?SECTION\\_ID=&FO\\_ID=583&ID=7053](http://www.priroda.ru/regions/climate/detail.php?SECTION_ID=&FO_ID=583&ID=7053)
3. <http://meteoweb.ru/arch.php>
4. Иоганзен Б.Г. Природа Томской области. Новосибирск, Западно-Сибирское книжное издательство, 1971. – 173 с.
5. Гудымович С.С. Геоморфология и четвертичная геология: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 202 с.
6. Врублевский В.А., Нагорский М.П., Рубцов А.Ф., Эрвье Ю.Ю. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны.– Томск: Изд-во Том.ун-та, 1987. – 96 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. 1993 год
8. Дутова Е.М., Основы практической гидрогеологии и инженерной геологии / Дутова Е.М., Емельянова Т.Я., Кузеванов К.И.: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 115 с.
9. Щербак Г.Г., Учебная инженерно-геологическая практика Г. Г. Щербак. Учебное пособие – Томск. Изд-во ТГАСУ, 2005. – 100с.
10. <https://2gis.ru/tomsk>
11. Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. / Б.М. Ребрик – М.: Недра, 1983. – 288 с.
12. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. - Введенные в действие 01.01.2013 г. в заменен ГОСТ 25100-95. – М.; Изд-во стандартов 2011 г. – 78 с. 89
13. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.; Изд-во стандартов 2012 г. – 16 с.
14. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения – М.: Стройиздат, 2016 г. – 90 с

15. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ. Госстрой России – М.: ПНИИИС Госстрой России, 1997 г. – 25 с
16. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.; Изд-во стандартов 2012 г. – 35с
17. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием. Взамен ГОСТ 20069-74 — М.; Изд-во стандартов 2012. – 8с
18. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.; 2011 г. – 86 с.
19. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Госстрой России – М.: ПНИИИС Госстрой России, 1997 г. – 76 с
20. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов; Изд-во стандартов 2014 г. – 16с
21. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения /Введен впервые 01.01.1997/ – М.; Изд-во стандартов 1996 г. – 12с
22. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Взамен ГОСТ 5180-84, ГОСТ 5181-78, ГОСТ 5182-78, 5183-77. – М.; Изд-во стандартов 2015 г. – 23с
23. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.; Изд-во стандартов 2010 г. –156 с.
24. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. – М.; 2012 г. – 85 с.
25. ГОСТ 9.602-2016 Защита от коррозии – М.; Изд-во стандартов 2016г. – 93с.
26. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. . – М.; Изд-во стандартов 1985 г. – 8с.



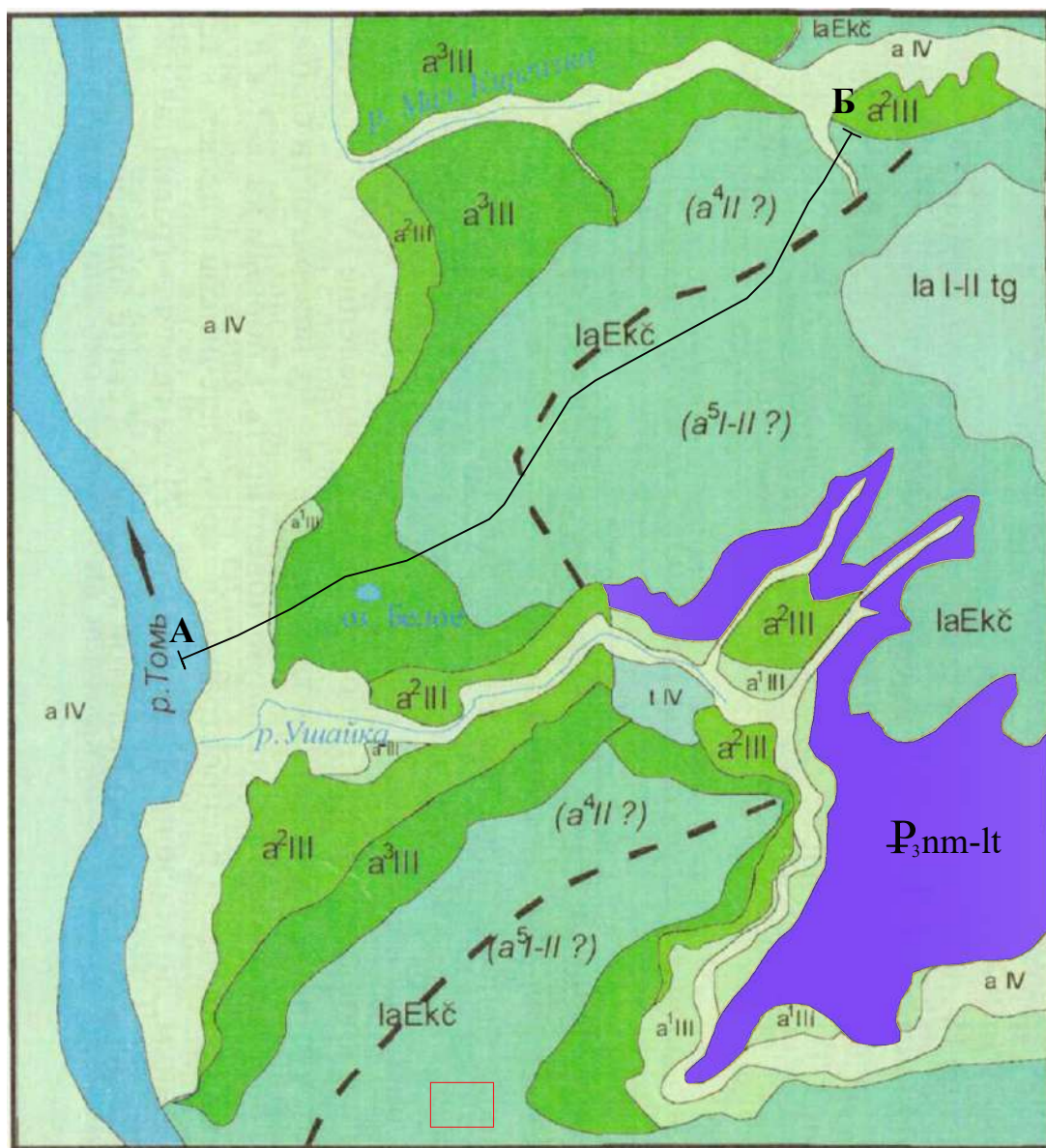
27. ГОСТ 12.1.003-2014 - Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности;
28. ГОСТ 12.1.012-2004 - Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования;
29. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда;
30. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
31. СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 - Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий;
32. СП 52.13330.2011 - Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*;
33. ГОСТ 12.1.006-84 - Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;
34. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
35. ГОСТ 12.2.003-91 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
36. ГОСТ 12.4.026-2001 - Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний;
37. ГОСТ 12.4.011-89 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация;
38. ГОСТ 12.1.019-79 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

39. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;
40. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»;
41. ГОСТ 17.1.3.06-82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод»;
42. ГОСТ 17.2.1.04-77 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения»;
43. ГОСТ 17.1.3.02-77 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ»;
44. ГОСТ 12.1.004-91 - Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования;
45. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
46. Справочник базовых цен по инженерно-геологическим и инженерноэкологическим изысканиям для строительства – М.: Стройиздат, 1999 – 144с.
47. «Экономика и управление геологоразведочным производством»: Учебнометодическое пособие / Под ред. В.П.Орлова, С.Ж.Даукеева.– Москва: Изд-во ЗАО «Геоинформмарк», 1999–248с.

СХЕМА КОРРЕЛЯЦИИ  
возрастных и генетических подразделений

ОБЩАЯ ШКАЛА				РЕГИОНАЛЬНАЯ ШКАЛА		ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ОТЛОЖЕНИЙ	
надрез	раздел	звено	ступень	нагоризонт горизонт (свита)	стадия (толща)	а-аллювиальные	ла-озерно-аллювиальные
голоцен						a IV	
плейстоцен	неоплейстоцен	верхнее звено				a <sup>3</sup> III	
						a <sup>2</sup> III	
						a <sup>1</sup> III	
						la I-II tg	
эоплейстоцен		среднее звено		Тайгинская			la I-II tg
				Кочковская			la E kč

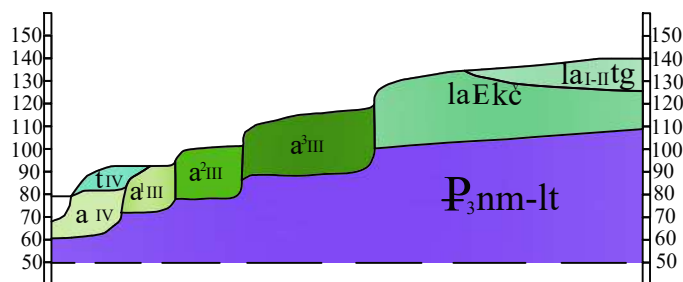
Карта четвертичных отложений территории г. Томска  
Масштаб 1:70000



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

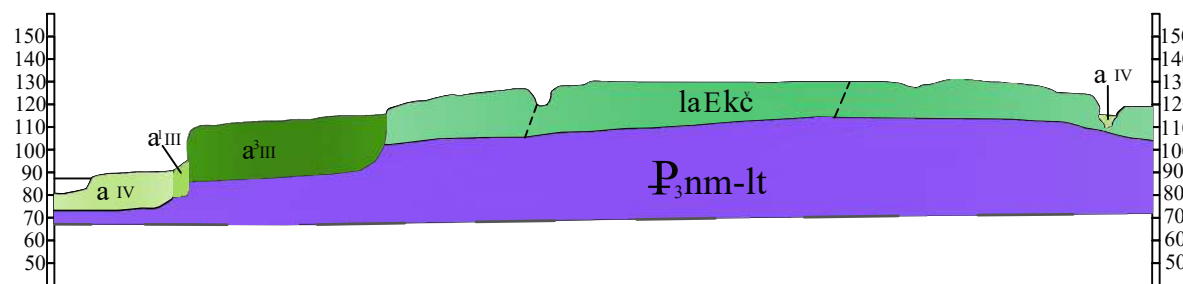
- tIV Техногенные отложения, 10-12м (на схеме).
- aIV Современные аллювиальные отложения пойм рек Томь, Киргизка, Ушайка. Галечники, пески, супеси, суглинки, (5-8м).
- a<sup>3</sup>III Верхнечетвертичные отложения I надпойменной террасы рек Томь, Ушайка. Галечники, пески, супеси, суглинки, (18-20м).
- a<sup>2</sup>III Верхнечетвертичные отложения II н/п террасы рек Томь, Ушайка. Галечники, пески, супеси, суглинки, (24-26м).
- a<sup>1</sup>III Верхнечетвертичные отложения III н/п террасы реки Томь. Пески, супеси, суглинки, (25-30м).
- la I-II tg Озерно-аллювиальные отложения тайгинской (федосовской) свиты, (>15м).
- la E kč Эоплейстоценовые озерно-аллювиальные отложения кочковской свиты. Галечники, пески, суглинки, глины (ранее выделялись как отложения (IV-а II(?) и V-а I-II(?)) террас), (28-30м).
- P<sub>3</sub>nm-lt Дочетвертичные отложения (олигоцен; новомихайловской и лагернотомской свит), (>50м).
- Граница между предполагаемыми IV и V террасами
- исследуемый участок

Схема соотношений четвертичных отложений



(Толща покровных лессовидных суглинков sa III-IV с карты снята)  
Составил: Скогорев А.И., Егоров Б.А., 1997г.  
Дополнил: Гудымович С.С., 2009г.

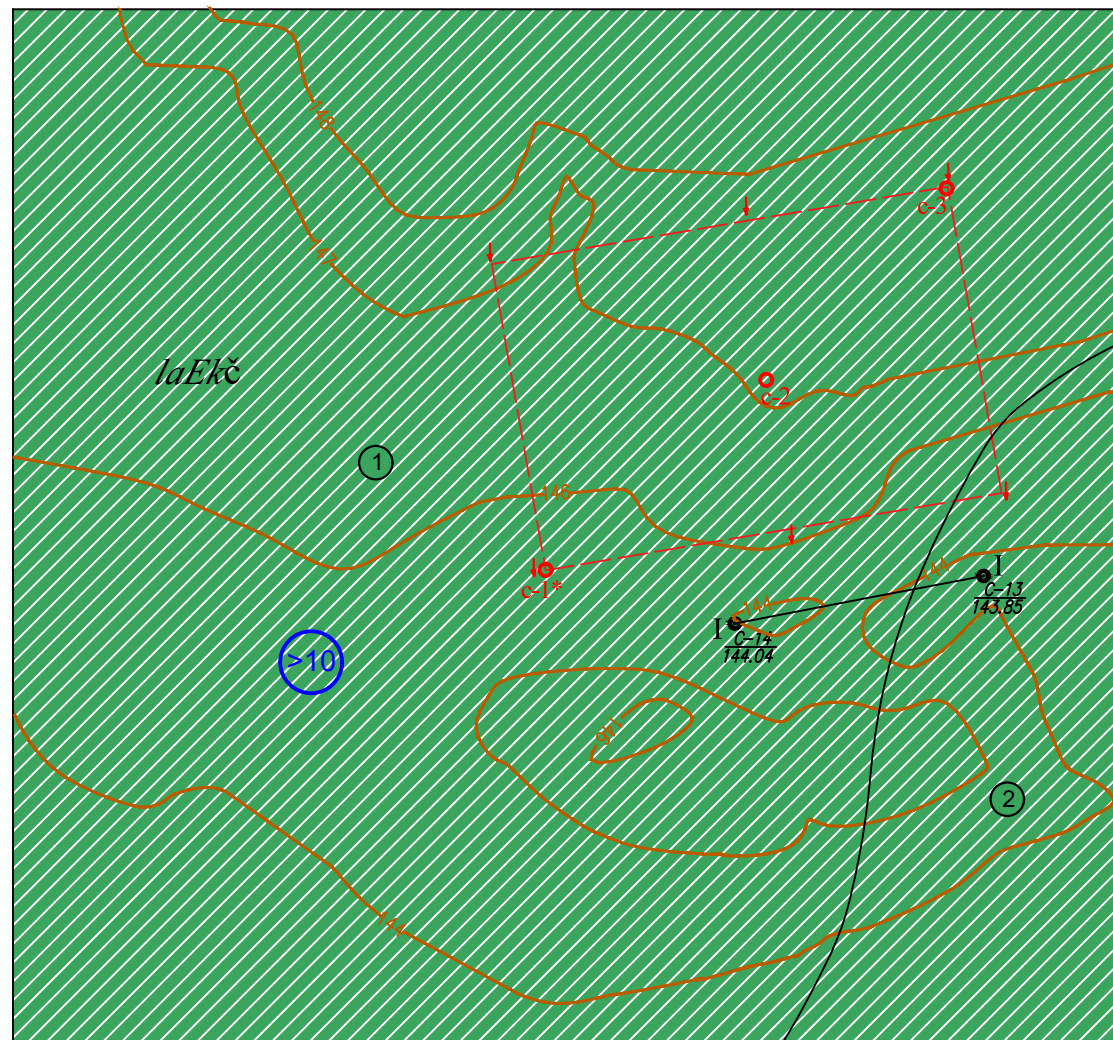
Разрез по линии А-Б  
Масштабы: горизонтальный 1:70000  
вертикальный 1:3000



МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018 г.
ИИПР	Направление подготовки 21.05.02 Прикладная геология	гр.213Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия южной части г. Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона "Южный"	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта и разрез четвертичных отложений	Масштаб Г 1:70000 В 1:3000
СТУДЕНТ		Вашенко М.И.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Строкова Л.А.
		Бракоренко Н.Н.
		<b>1</b>

Карта инженерно-геологических условий  
площадки изысканий

Масштаб 1:1000



Составитель Ващенко М.И., 2018г.

Условные обозначения:

I. Стратиграфо-генетический комплекс

**laEkċ** Эоплейстоценовые озерно-аллювиальные отложения кочковской свиты

II. Инженерно-геологические элементы

- 1 Суглинок полутвердый
- 2 Суглинок тугопластичный
- 3 Суглинок мягкопластичный

III. Прочие обозначения

- c-13 / 143,85 Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья, м
- I-I Линия разреза
- >10 Залегание уровня грунтовых вод, м
- 146 Изолинии рельефа, м
- Граница инженерно-геологического элемента

IV. Инженерно-геологические разновидности грунтов по ИГЭ (по ГОСТ 25100-2011)

по показателю текучести суглинков

- полутвердые 0 < I < 0.25
- тугопластичные 0.25 < I < 0.50
- мягкопластичные 0.50 < I < 0.75

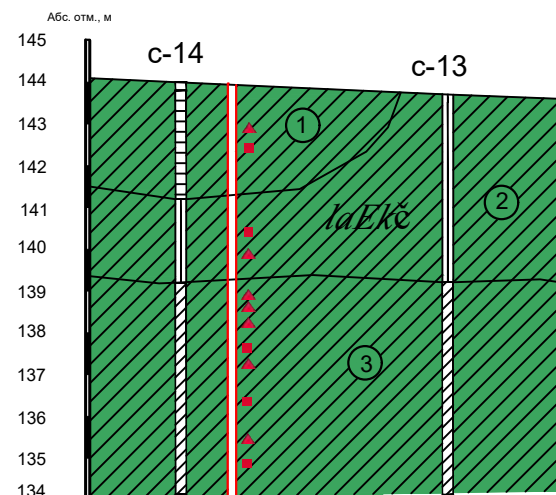
Проектные работы

- Контур проектируемого здания
- c-1 Проектная скважина
- Проектируемая точка статического зондирования

Проектная скважина с опробованием

- образец ненарушенной структуры
- образец нарушенной структуры

Инженерно-геологический разрез по линии I-I



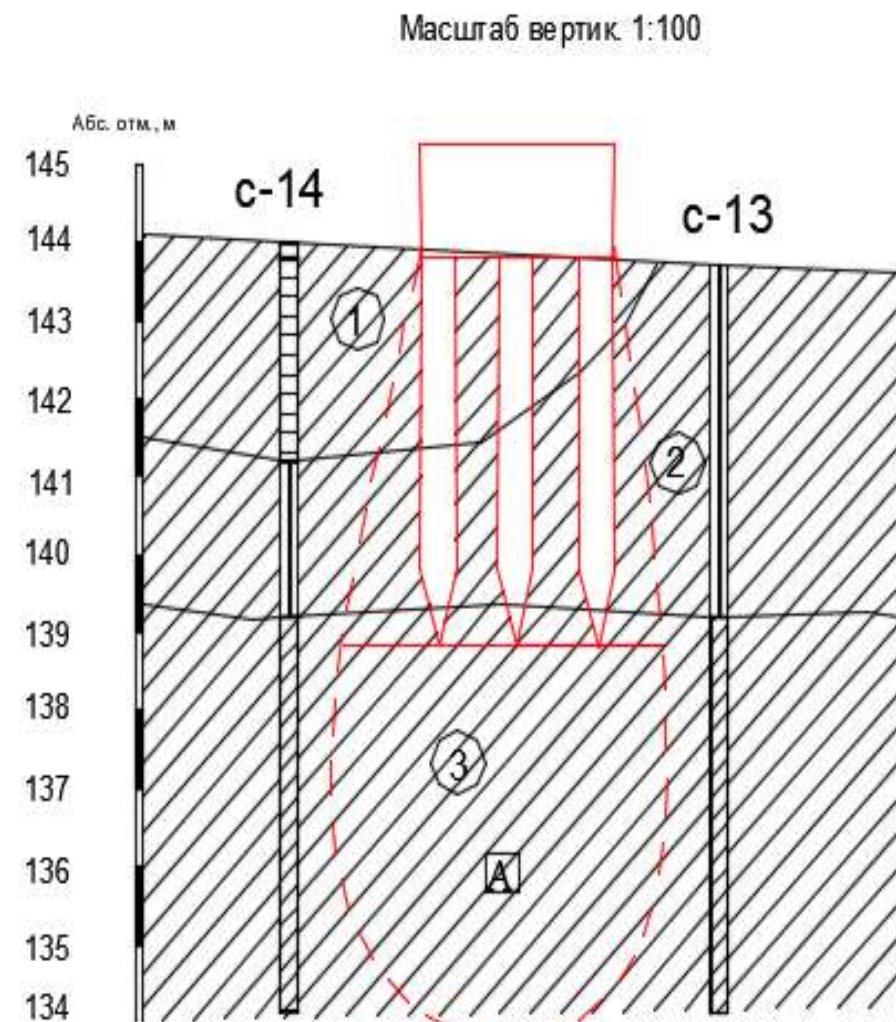
Масштабы: горизонтальный 1:1000  
вертикальный 1:200

МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018 г.
ИШПР	Направление подготовки 21.05.02 Прикладная геология	гр.213Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия южной части г. Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона "Южный"	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий и инженерно-геологический разрез по линии I-I	
СТУДЕНТ	Ващенко М. И.	<b>2</b>
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Бракоренко Н.Н.	

## Нормативные и расчетные значения показателей основных физико-механических свойств грунтов

№ ИГЭ, слой	Генезис	Описание грунтов	Влажность природная % W	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости $\epsilon$	Степень влажности Sr	Влажность на границе		Число пластичности Ip	Показатель текучести (консистенция) IL	Угол внутреннего трения, градус			Удельное сцепление, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )			Модуль деформации, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) E
				природной влажности $\rho$	сухого грунта $\rho_d$	частиц грунта $\rho_s$			текучести WL	раскатывания Wp			нормативное $\phi$	расчетный по деформации $\phi_{II}$	расчетный по насыщ. спос. $\phi_I$	нормативное C	расчетное по деформ. CII	расчетное по насыщ. спос. CI	
302	I-a	Суглинок твердой-полутвердой консистенции, иногда с прослоями супеси пластичной	18,5	2,02	1,70	2,68	0,59	0,85	30	18	12	0,05	19	19	17	51 0,51	51 0,51	34 0,34	29 290
303	I-a	Суглинок тугопластичной консистенции, иногда с прослоями супеси пластичной	23,6	1,99	1,61	2,69	0,68	0,94	31	18	13	0,39	14	14	12	41 0,44	41 0,44	29 0,29	21 210
304	I-a	Суглинок мягкопластичной консистенции, иногда с прослоями супеси пластичной и включениями гравия до 10%	27,1	1,91	1,5	2,71	0,80	0,91	32	19	13	0,61	16	16	13	22 0,22	22 0,22	15 0,15	16 160

### Расчетная схема системы: основание - свайный фундамент



Номер инженерно-геологического элемента	Показатели физико-механических свойств пород	Вид показателя	Цель определения
1, 2, 3	$\rho_n$ – плотность	Нормативный	Расчет природного давления
1, 2, 3	$\rho_{II}$ – плотность C – удельное сцепление $\phi_{II}$ – угол внутреннего трения	Расчетный Расчетный Расчетный	Определение расчетного сопротивления
1, 2, 3	$I_L$ – показатель текучести	Нормативный	Определение несущей способности сваи
1, 2	E – модуль деформации $\rho_n$ – плотность	расчетный	Расчет осадки

#### Условные обозначения

- 1 Суглинок полутвердый
- 2 Суглинок тугопластичный
- 3 Суглинок мягкопластичный
- A Границы активной зоны и условного фундамента
- A Сфера взаимодействия и ее граница

МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018 г.
ИИШПР	Направление подготовки 21.05.02 Прикладная геология	гр.213Б
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия южной части г. Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство ангаров "Южный"	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Расчетная схема основания сооружений и нормативные и расчетные значения показателей основных физико-механических свойств грунтов	
СТУДЕНТ	Ващенко МИ.	<b>3</b>
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Бракоренко Н.Н.	

# ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД

на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 12 м

Буровая установка - УГБ-50М

Бурильные штанги - Ш 76x5-3000-П-Ш55

Конструкция скважины - IIб

Способ бурения - колонковый

Метод бурения - без промывочной жидкости ("в сухую")

Линейный масштаб	Геологическая часть						Техническая часть				Примечание		
	Литологическая колонка	Характеристика пород	Интервал залегания			Категория пород	Возможные осложнения	Схема конструкции скважины	Диаметр и глубина (мм) бурения (м)	Диаметр (мм) и глубина спуска обсадных труб (м)		Тип породоразрушающего инструмента	Технологические параметры бурения
			От	До	Мощность слоя, м								
5		Суглинок коричневый полутвердой консистенции	0	2,6	2,6	II	Не наблюдаются		$\frac{132}{5}$	Обсадные трубы не используются	Твердосплавные коронки типа СТ. d = 132 мм	Бурение следует вести при частоте вращения инструмента 76 об/мин. Осевая нагрузка на забой до 10 кН	
		Суглинок коричневый тугопластичной консистенции	2,6	4,8	2,2	II					Твердосплавные коронки типа СТ. d = 112 мм		
		Суглинок коричневый мягкопластичной консистенции	4,8	12,0	7,2	II					$\frac{112}{10}$		
12													

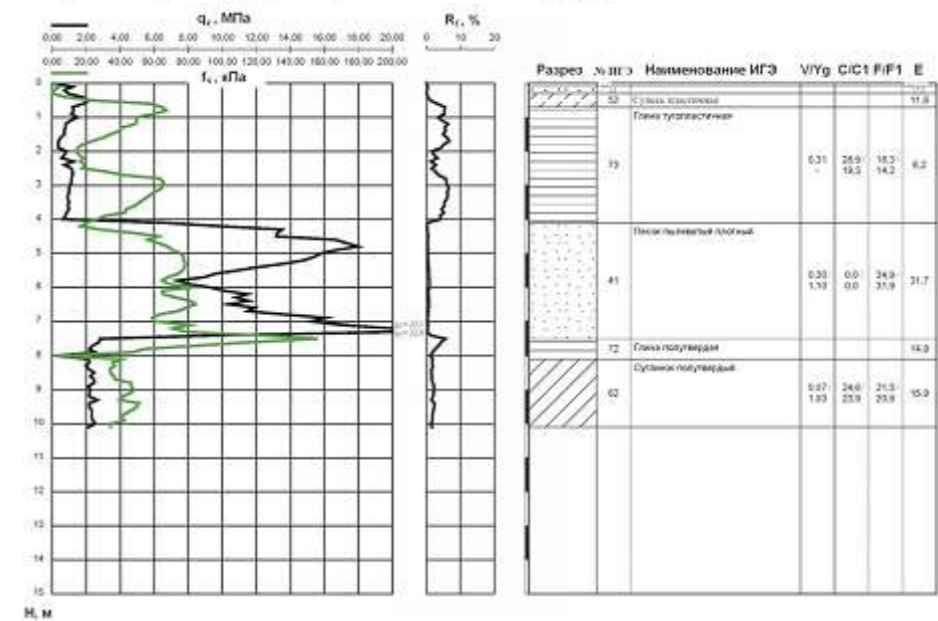
МОиН РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018 г.
ИШПР	21.05.02 Прикладная геология	
<b>Дипломный проект</b>		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия южной части г.Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосалона "Южный"	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м	Масштаб
СТУДЕНТ		Ващенко М.И.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОД. ООП		Бракоренко Н.Н.
КОНСУЛЬТАНТ		Шестеров В.П.
		<b>4</b>

# Метод статического зондирования

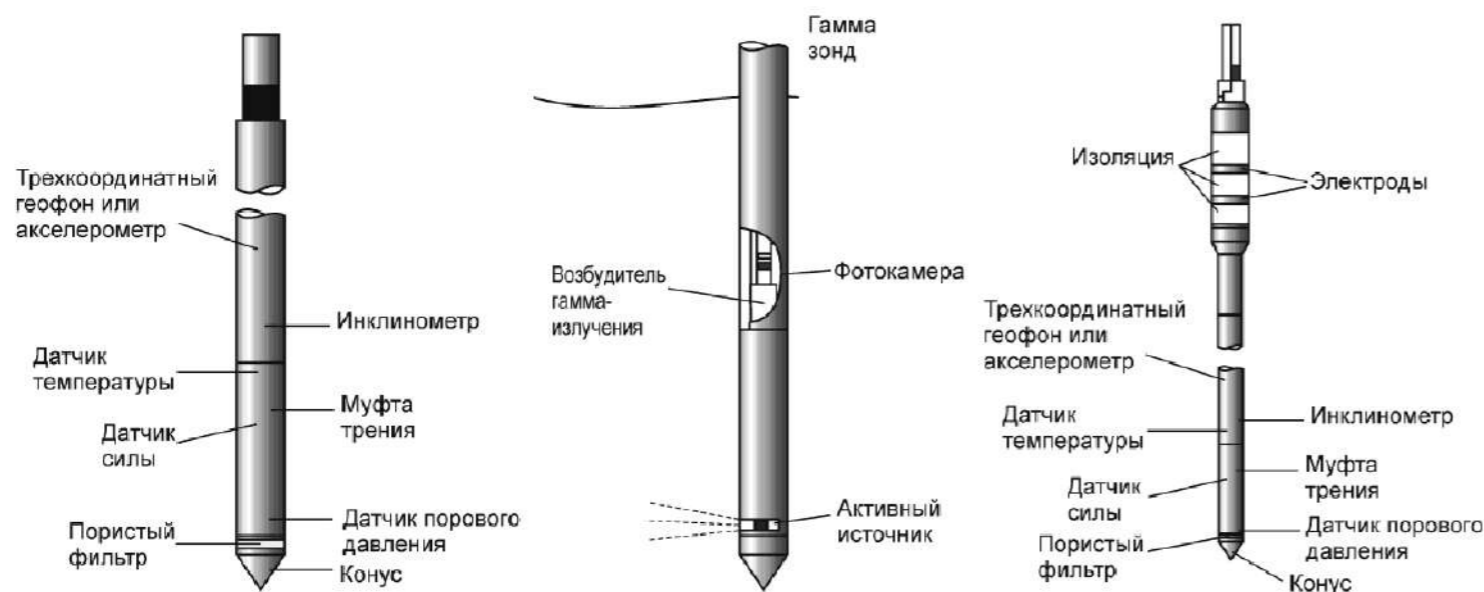
## Решаемые задачи

- расчленение геологического разреза на отдельные слои (инженерно-геологические элементы), идентификация их по площади и по глубине,
- типизация и классифицирование грунтов по составу, состоянию и свойствам;
- исследование пространственной изменчивости свойств грунтов для выбора наиболее обоснованных расчётных моделей оснований;
- определение показателей физико-механических свойств грунтов на основе, как эмпирических интерпретационных формул, так и аналитических решений;
- решение задач проектирования и расчёта оснований (например, определение расчётной нагрузки на сваю, расчётного сопротивления слоя грунта, осадки сваи и свайного основания).

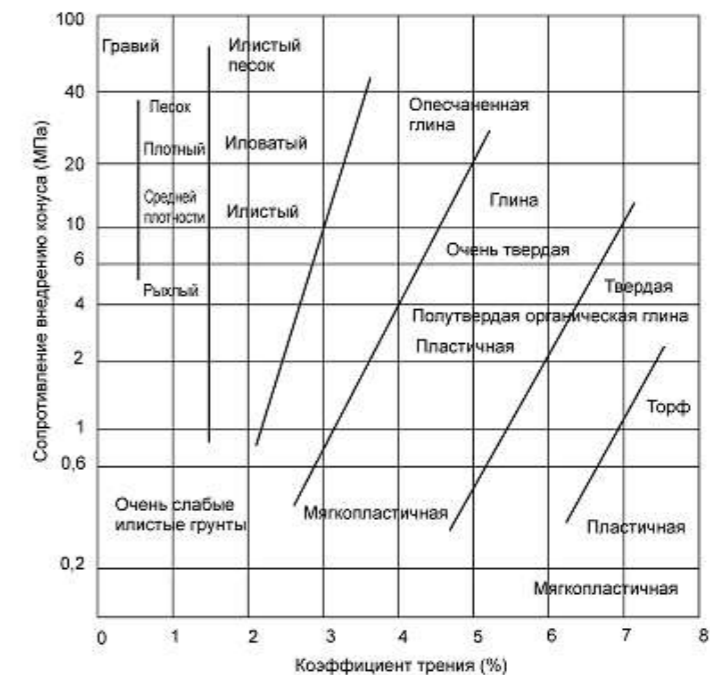
Рис. 1. Пример отчета по ГОСТ 19912-2012 [1] с геологической колонкой и разрезом. Буквенные обозначения:  $H$  — глубина;  $q$  — лобовое сопротивление;  $f_s$  — удельное сопротивление по боковой поверхности;  $R$  — фрикционное отношение,  $R_f = (f_s/q) \times 100\%$ ;  $C, C1$  — нормативное и расчетное удельное сцепление соответственно;  $F, F1$  — нормативный и расчетный угол внутреннего трения соответственно;  $E$  — модуль деформации;  $V$  — коэффициент вариации [3];  $U_d$  — коэффициент надежности по грунту [3]



## Зонды с дополнительными возможностями для измерений (Болдырев, 2017)



## Диаграмма для идентификации типа грунта (Schmertmann, 1978, 1988)



<b>МОиН РФ</b>	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2018 г.
<b>ИШПР</b>	Направление подготовки 21.05.02 Прикладная геология	гр.213Б
<b>Дипломный проект</b>		
<b>ТЕМА</b>	Инженерно-геологические условия южной части г. Томска и проект инженерно-геологических изысканий под строительство автосапона "Южный"	
<b>СОДЕРЖ. ЛИСТА</b>	Метод статического зондирования	
<b>СТУДЕНТ</b>		Ващенко МИ.
<b>РУКОВОДИТЕЛЬ</b>		Строкова Л.А.
<b>РУКОВОДИТЕЛЬ ООП</b>		Бракоренко Н.Н.
		<b>5</b>