

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология

Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изысканий

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

| Тема работы                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Инженерно-геологические условия села Верх-Тула и проект изысканий для строительства логистического центра "Магнит" (г.Новосибирск)</b> |
| УДК 624.131.3:725.1:339.37 (1-22)(571.14)                                                                                                 |

Студент

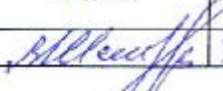
| Группа | ФИО           | Подпись                                                                             | Дата       |
|--------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3-2112 | Картавин А.В. |  | 09.06.2017 |

Руководитель

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата      |
|-----------|---------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Профессор | Строкова Л.А. | д. г.- м.н.            |  | 9.06.2017 |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Буровые работы»

| Должность             | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата      |
|-----------------------|---------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Старший преподаватель | Шестеров В.П. |                        |  | 9.06.2017 |

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность             | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата      |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Старший преподаватель | Кочеткова О.П. |                        |  | 9.06.2017 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата      |
|-----------|---------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Инженер   | Грязнова Е.Н. | к.т.н                  |  | 9.06.2017 |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой      | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата     |
|--------------------|-------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Зав. Кафедрой ГИГЭ | Гусева Н.В. | к.г.-м.н.              |  | 20.06.17 |

Томск – 2017 г.

## Планируемые результаты обучения по ООП

| Код результата                      | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональные компетенции</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P1                                  | <b><u>Фундаментальные знания:</u></b> Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем.                                                                                         |
| P2                                  | <b><u>Инженерный анализ:</u></b> 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.                                                                  |
| P3                                  | <b><u>Инженерное проектирование:</u></b> Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.                                                                                                       |
| P4                                  | <b><u>Исследования:</u></b> 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.                                                                            |
| P5                                  | <b><u>Инженерная практика:</u></b> 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.                                                                         |
| P6                                  | <b><u>Специализация и ориентация на рынок труда:</u></b> Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями.                                                                                                                                                           |
| <b>Универсальные компетенции</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P7                                  | <b><u>Проектный и финансовый менеджмент:</u></b> Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.                                                                                                       |
| P8                                  | <b><u>Коммуникации:</u></b> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности.                                                                                                                                                    |
| P9                                  | <b><u>Индивидуальная и командная работа:</u></b> Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.                                                                                           |
| P10                                 | <b><u>Профессиональная этика:</u></b> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности.                                                                                                                              |
| P11                                 | <b><u>Социальная ответственность:</u></b> 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. |
| P12                                 | <b><u>Образование в течение всей жизни:</u></b> Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.                                                                                                                                                 |

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология

Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изысканий

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Гусева Н.В.  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

| Группа | ФИО           |
|--------|---------------|
| 3-2112 | Картавин А.В. |

Тема работы:

Инженерно-геологические условия села Верх-Тула и проект изысканий для строительства логистического центра "Магнит" (г.Новосибирск)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

02.02.2017 № 530/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

20.06.2017

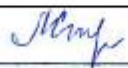
### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b>                                      | Фактический фондовый материал изысканий организации ООО «Сфера-2000», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.                                                                                                                                                 |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> | В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия Новосибирского района Новосибирской области, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.<br><br>В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых |

|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                         | <p>работ.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства административного здания, входящего в комплекс логистического центра "Магнит". Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения. Уделить внимание широко распространенным на территории изысканий просадочным грунтам.</p> |
| <b>Перечень графического материала</b>                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геологическая карта г. Новосибирска</li> <li>2. Карта инженерно-геологических условий, инженерно-геологический разрез</li> <li>3. Расчетная схема сооружений с геологической средой</li> <li>4. Геолого-технический наряд скважины</li> <li>5. Просадочные грунты</li> </ol>               |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Раздел</b>                                                                           | <b>Консультант</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                         | Кочеткова О.П.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Социальная ответственность                                                              | Грязнова Е.Н.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Буровые работы                                                                          | Шестеров В.П.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата       |
|-----------|---------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Профессор | Строкова Л.А. | Д. Г. - М.Н.           |  | 01.03.2017 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО           | Подпись                                                                               | Дата       |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| з-2112 | Картавин А.В. |  | 01.03.2017 |



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                       |
| <b>3-2112</b> | <b>Картавин Антон Викторович</b> |

|                            |                                   |                                  |                            |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| <b>Институт</b>            | <b>ИПР</b>                        | <b>Кафедра</b>                   | <b>ГИГЭ</b>                |
| <b>Уровень образования</b> | <b>Дипломированный специалист</b> | <b>Направление/специальность</b> | <b>Прикладная геология</b> |

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

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объект исследования: проект изысканий для строительства административного здания, входящего в состав комплекса логистического центра "Магнит".<br>Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, ее связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведения допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита</li> <li>– источники, средства защиты</li> </ul> | <p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1 Проанализировать выявленные вредные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;</li> <li>– превышение уровней шума и вибрации;</li> <li>– тяжесть физического труда;</li> <li>– повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися;</li> <li>– отклонение показателей микроклимата в помещении,</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений;</li> <li>– повышенная запыленность рабочей зоны;</li> <li>– утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону.</li> </ul> <p>1.2 Проанализировать выявленные опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>– электрический ток;</li> <li>– острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;</li> <li>– пожароопасность;</li> <li>– электрический ток;</li> <li>– статическое электричество.</li> </ul> |
| <p><b>2. Экологическая безопасность</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород);</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| литосферу (отходы);<br>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на ИТД по охране окружающей среды.                                                                                                                                                                          | – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на ИТД по охране окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b><br>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;<br>– выбор наиболее типичной ЧС;<br>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;<br>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий | – перечень возможных ЧС на объекте: техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, транспорте, природного характера – землетрясения;<br>– выбор наиболее типичной ЧС: – землетрясения;<br>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;<br>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий; |
| <b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b><br>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;<br>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны                                                                   | – специальные правовые нормы трудового законодательства (на основе инструкции по охране труда при производстве инженерно-геологических изысканий);<br>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (организация санитарно-бытового обслуживания рабочих).                                                                    |

|                                                      |  |
|------------------------------------------------------|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику |  |
|------------------------------------------------------|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата      |
|-----------|---------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Инженер   | Грязнова Е.Н. | к.т.н.                 |  | 9.06.2017 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО           | Подпись                                                                               | Дата      |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3-2112 | Картавин А.В. |  | 9.06.2017 |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                       |
|--------|---------------------------|
| 3-2112 | Картавин Антон Викторович |

| Институт            | ИПР                        | Кафедра                   | ГИГЭ                         |
|---------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Уровень образования | Дипломированный специалист | Направление/специальность | 21.05.02 Прикладная геология |

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

|                                                                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы.                             |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Нормативно-правовые акты различной юридической силы                                   |

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

|                                                                                                                             |                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)                                                                  | Свод видов и объема работ на инженерно-геологические изыскания |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                 | Условия производства                                           |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | Общий расчет сметной стоимости                                 |

|                                                      |  |
|------------------------------------------------------|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику |  |
|------------------------------------------------------|--|

**Задание выдал консультант:**

| Должность             | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись                                                                               | Дата       |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Старший преподаватель | Кочеткова О.П. |                        |  | 09.06.2017 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО           | Подпись                                                                               | Дата       |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3-2112 | Картавин А.В. |  | 09.06.2017 |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 126 страниц, 19 рисунков, 25 таблиц, 88 источников, 5 листов графического материала.

Объектом исследований является геологическая среда площадки проектируемого двухэтажного административного здания, входящего в комплекс логистического центра "Магнит" вблизи села Верх-Тула в Новосибирском районе Новосибирской области.

Целью проектирования является комплексное изучение инженерно-геологических, гидрогеологических, геоморфологических и тектонических условий района работ, а также исследование состава, состояния и физико-механических свойств грунтов, геологических процессов и явлений и прогноз возможного изменения инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой.

Для достижения поставленной цели был использован фактический материал: отчет об инженерно-геологических изысканиях «Строительство Распределительного центра «Магнит» в г. Новосибирск, с. Верх-Тула», а также литературные и фондовые материалы.

Для выполнения инженерно-геологических изысканий, необходимых в целях получения данных об инженерно-геологических условиях на площадке строительства административного здания, заложено выполнение следующих объемов работ: буровые работы – 30 п.м, статическое зондирование – 7 точек глубиной до 10 м, а также лабораторные и камеральные исследования. На основании заложенных объемов работ была составлена смета на инженерно-геологические изыскания.

Текст выпускной квалификационной работы выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программах AutoCad 2015 и Microsoft Excel 2010, таблицы сделаны с использованием табличного редактора Microsoft Word 2010.



## Содержание

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                                                                                                                | 12 |
| 1 Общая часть. Природные условия района строительства .....                                                                                                                   | 14 |
| 1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика .....                                                                                                                | 14 |
| 1.2 Изученность инженерно-геологических условий .....                                                                                                                         | 24 |
| 1.3 Геологическое строение района работ .....                                                                                                                                 | 27 |
| 1.3.1 Стратиграфия и литология .....                                                                                                                                          | 27 |
| 1.3.2 Тектоника .....                                                                                                                                                         | 33 |
| 1.3.3 Неотектоника .....                                                                                                                                                      | 36 |
| 1.3.4 Геоморфология .....                                                                                                                                                     | 38 |
| 1.4 Гидрогеологические условия .....                                                                                                                                          | 38 |
| 1.5 Геологические процессы и явления .....                                                                                                                                    | 40 |
| 1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района .....                                                                                                                 | 42 |
| 2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ .....                                                                                 | 44 |
| 2.1 Рельеф участка .....                                                                                                                                                      | 44 |
| 2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости .....                                                                                                 | 44 |
| 2.3 Физико-механические свойства грунтов .....                                                                                                                                | 44 |
| 2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012) ..... | 44 |
| 2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов .....                                                                                                                       | 48 |
| 2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов .....                                                                                                                | 52 |
| 2.4 Гидрогеологические условия .....                                                                                                                                          | 53 |
| 2.5 Геологические процессы и явления на участке .....                                                                                                                         | 53 |
| 2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка .....                                                                                                  | 53 |
| 2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружений .....                                              | 54 |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.8 Просадочные грунты.....                                                                                                                | 55  |
| 3 Проектная часть. Проект инженерно-геологических изысканий на участке .....                                                               | 62  |
| 3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий .....  | 62  |
| 3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ.....                                                                                   | 64  |
| 3.3 Методика проектируемых работ .....                                                                                                     | 69  |
| 3.3.1 Инженерно-геологическая рекогносцировка (обследование) .....                                                                         | 69  |
| 3.3.2 Топогеодезические работы .....                                                                                                       | 69  |
| 3.3.3 Буровые работы.....                                                                                                                  | 70  |
| 3.3.3.1 Технология бурения .....                                                                                                           | 77  |
| 3.3.3.2 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению .....                                                                                | 77  |
| 3.3.4 Полевые испытания. Статическое зондирование .....                                                                                    | 78  |
| 3.3.5 Лабораторные работы .....                                                                                                            | 79  |
| 3.3.6 Камеральные работы.....                                                                                                              | 81  |
| 4 Социальная и экологическая ответственность при проведении инженерно-геологических работ под строительство административного здания ..... | 83  |
| 4.1 Производственная безопасность .....                                                                                                    | 83  |
| 4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия .....                                       | 86  |
| 4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия .....                                       | 96  |
| 4.2 Экологическая безопасность .....                                                                                                       | 102 |
| 4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                                                                                            | 104 |
| 4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....                                                                       | 108 |
| 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....                                                                    | 113 |
| 5.1 Основные направления деятельности ООО «Сфера-2000».....                                                                                | 113 |
| 5.2 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий.....                                                             | 115 |
| 5.3 Виды и объемы проектируемых работ .....                                                                                                | 116 |
| 5.4 Календарный план работ .....                                                                                                           | 117 |

|                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5 Расчет сметной стоимости проектируемых работ .....                                                                                        | 117 |
| Заключение .....                                                                                                                              | 120 |
| Список использованной литературы.....                                                                                                         | 121 |
| Графические приложения                                                                                                                        |     |
| Лист 1. Геологическая карта                                                                                                                   |     |
| Лист 2. Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез                                                                |     |
| Лист 3. Расчетная схема основания сооружения, таблица нормативных и расчетных значений показателей физико-механических свойств выделенных ИГЭ |     |
| Лист 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м                                                   |     |
| Лист 5. Просадочные грунты                                                                                                                    |     |

## Введение

Темой выпускной квалификационной работы, заданной техническим заданием, является: Инженерно-геологические условия села Верх-Тула и проект изысканий для строительства логистического центра "Магнит" (г.Новосибирск).

Целью проектируемых работ является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство административного здания, входящего в комплекс логистического центра.

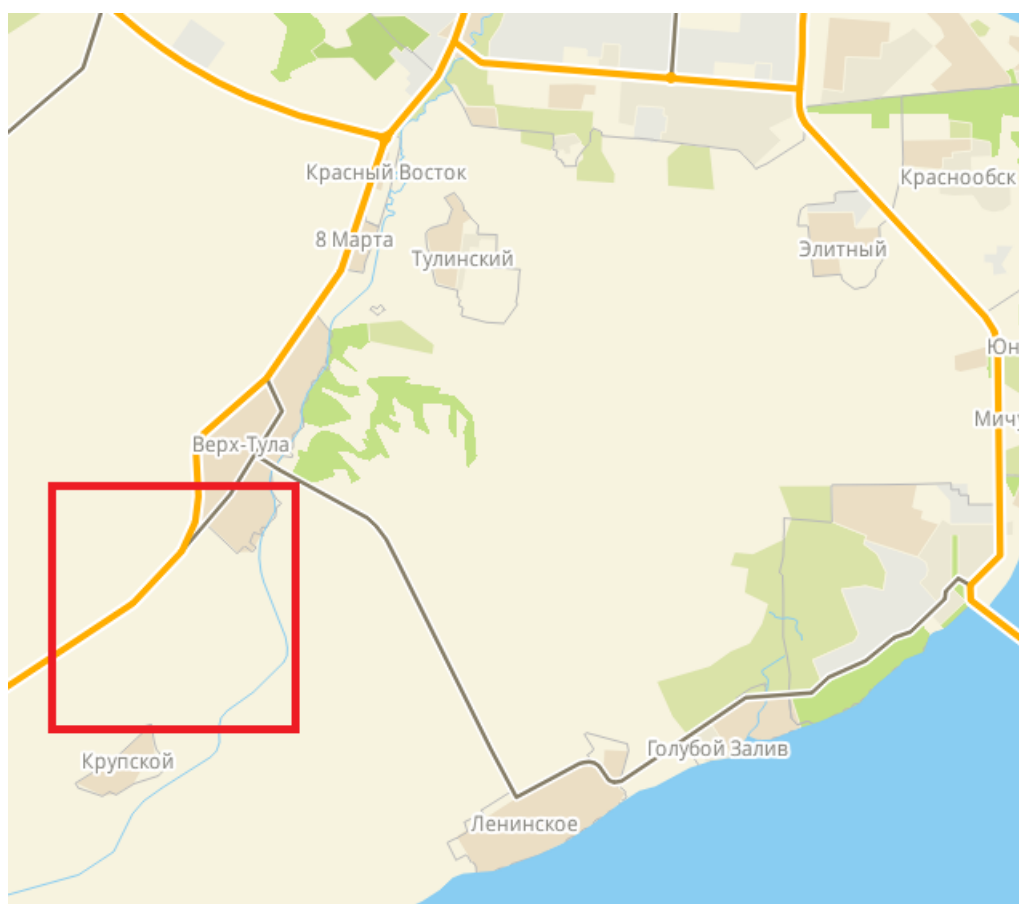
На участке проектируется строительство двухэтажного административного здания. Размеры здания в плане: длина 50.0 м, ширина 40.0 м. Высота здания 7.0 м. Предполагаемый тип фундамента – свайный. Глубина погружения свай 5.0 м от поверхности земли. Предполагаемая нагрузка на грунты – 0.20 МПа. Согласно ГОСТ Р 54257-2010 [26] проектируемое здание относится ко II уровню ответственности. Стадия проектирования – проектная документация (ПД).

Задачами инженерно-геологических изысканий являются:

- нахождение оптимальных приемов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования;
- предоставление максимальной информации о свойствах геологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия с проектируемым зданием;
- изучение геологических и гидрогеологических условий площадки, экзогенных процессов; определение характеристик физико-механических свойств грунтов.
- прогнозирование изменения инженерно-геологических условий площадки при строительстве и эксплуатации административного здания.

Исследуемая площадка расположена между с. Верх-Тула и п. Крупской в Новосибирском районе Новосибирской области (рисунок 1.1). Село Верх-Тула расположено в 3 км на северо-восток от площадки, поселок Крупской в 400 м на юго-запад [88].





– Участок проектируемых работ

Рисунок 1.1 – Обзорная схема окрестностей с. Верх-Тула [14]

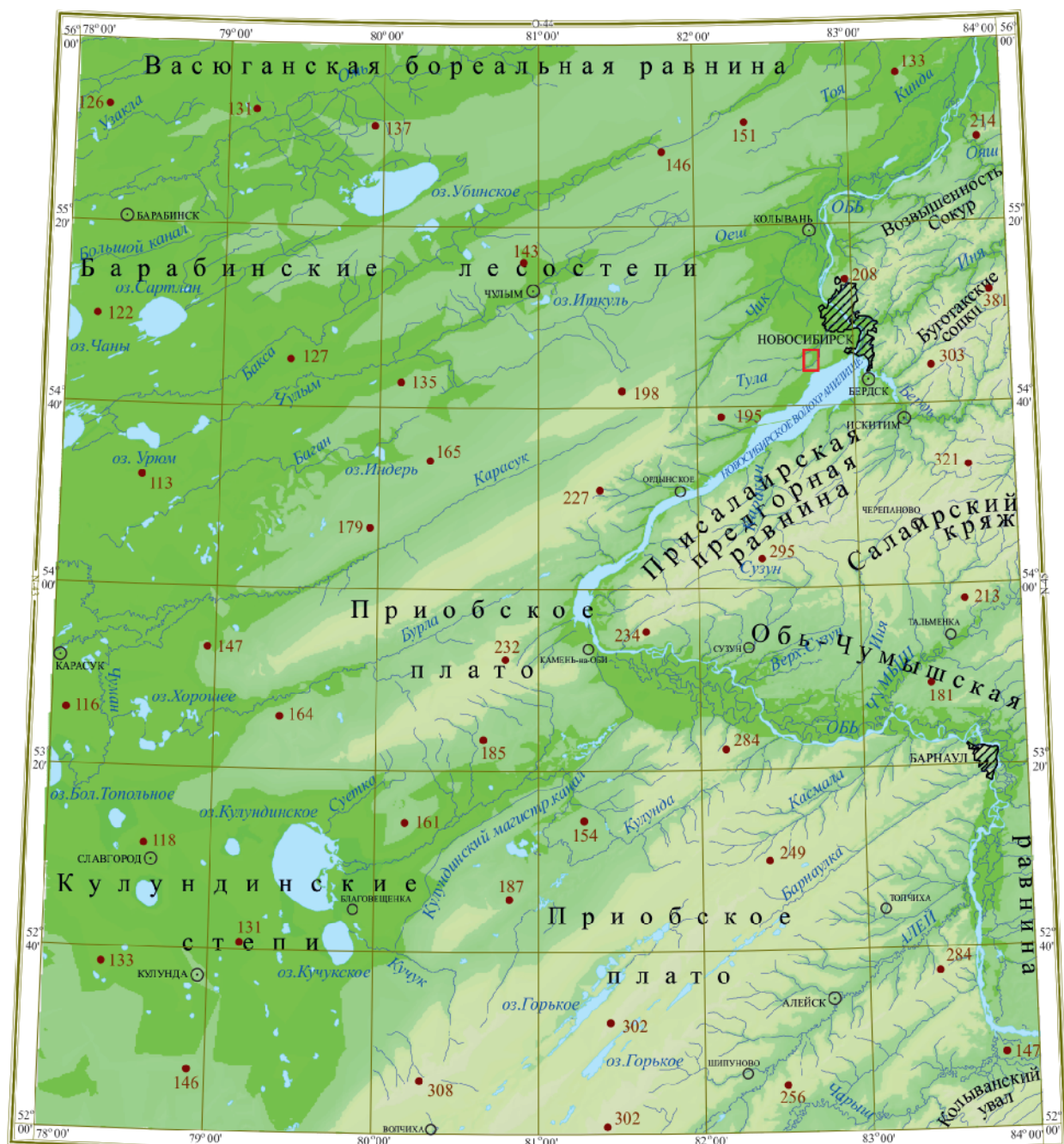
## **1 Общая часть. Природные условия района строительства**

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

Район работ расположен в Сибирском Федеральном округе, на территории Новосибирской области.

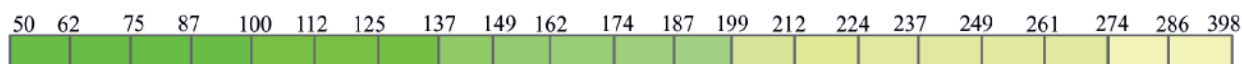
Главная водная артерия площади р. Обь тяготеет к зоне сочленения плитных и складчатых структур, разделяя территорию на обширное заозеренное Обь-Иртышское междуречье и расположенные к востоку Присалаирскую и Обь-Чумышскую области.

В пределах Обь-Иртышского междуречья в западной части листа отчетливо проявлена природно-климатическая зональность. С севера на юг здесь размещены: бореальная Васюганская таежно-болотная плоская равнина, суббореальная Барабинская равнинная лесостепь, сменяющаяся Кулундинской степной низменной равниной. Между Барабинской лесостепью и Кулундинской степью находится переходная Карасукско-Баганская южно-лесостепная озерно-гивная равнина. На крайнем юго-западе Кулундинской степи выделяется сухостепная зона. В центральной части листа располагается Приобское лесостепное возвышенное плато, по характеру залесенности, абсолютным отметкам и масштабу расчлененности рельефа подразделяющееся на северную и южную части (блоки).



Масштаб 1:2 500 000  
 км 25 0 25 50 75 км

Превышения над уровнем моря в метрах



• 146 Отметки высот (м)

Рисунок 1.2 – Орографическая схема листа N-44 [9]



– Участок проектируемых работ

Присалаирье включает в себя южно-таежное низкогорье западного окончания Салайского кряжа (крайняя восточная часть листа, около 54°40' с. ш.) и лесостепи предгорной равнины. В рельефе лесостепной зоны на севере выделяются возвышенность

Сокур и Буготакские сопки с максимальной отметкой листа 381 м. В левобережной части р. Обь (в пределах Приобского плато) они трассируются водораздельными поверхностями юго-западной ориентировки с максимальными отметками 198 и 227 м. В центре лесостепного Присалаирья, на Сузунском водоразделе отметки составляют около 300 м, уменьшаясь к району г. Камень-на-Оби, и далее на Приобском плато до 230 м и менее. На Обь-Чумышской аллювиальной равнине, в южной части правобережья р. Обь с отметками 140-180 м, зона лесостепи сочетается с сосновыми борами и согрой, развитыми на древних террасах пра-Оби. Контур равнины в общих чертах наследует общий структурный план Бийско-Барнаульской впадины, западная часть которой в неотектонический этап была приподнята, сформировав в левобережье Оби южный блок возвышенного Приобского плато с абс. отм. до 250-300 м.

В рельефе южного блока Приобского плато ведущая роль принадлежит системе древних долин (ложбин стока), расчленяющих плато на серию параллельных относительно узких увалов, в восточной части углубленных на 100-120 м и к западу выполаживающихся к району развития бессточных соленых и горько-соленых остаточных озер Кулундинской степи. Наследующие древние долины современные водотоки – реки Алей, Барнаулка, Касмала принадлежат к бассейну р. Обь. Северный блок Приобского плато с максимальной отметкой 232 м, характеризуется низкими увалами с широкими долинами, унаследованными мелкими реками (Бурла, Карасук, Баган), направленными в сторону Чановской бессточной впадины. К западу блок переходит в Карасукско-Баганскую равнину, обширные межгрядные понижения которой заняты многочисленными мелкими, в основном пресными, озерами.

Озера являются и характерным элементом природного комплекса Барабинской лесостепи, обладающей своеобразным грядово-лощинным рельефом. Многочисленные узкие гряды длиной иногда несколько десятков километров при высоте всего 4-6 м (редко 8-10 м) протягиваются чаще всего в направлении с северо-востока на юго-запад. Они разделены неглубокими, но широкими заболоченными лощинами. Здесь расположены крупные озера Убинское, Чаны, Сартлан, имеющие глубину до 2-5, редко до 7 м, и важное рыбопромысловое значение, а также множество мелких пресноводных озер. Большая (до 25 %) заболоченность, увеличивающаяся к северо-востоку к Васюганью, – явление реликтовое, свидетельствующее о еще более слабой, чем в настоящее время, дренированности территории в четвертичное время, а также о близком к поверхности современном уровне грунтовых вод (0.4-5.0 м) и избыточном увлажнении. При плоских пологих берегах площадь крупных и неглубоких бессточных водоемов существенно зависит от климатических факторов и режима грунтовых вод. Так, оз. Чаны в 1820 г.

занимало 8.3 тыс. км<sup>2</sup>, в 1937 г. – 2.3 тыс. км<sup>2</sup> а в 1951 г. – 2.1 тыс. км<sup>2</sup>. При подъеме уровня воды в озере всего на 1 м (что бывает весной почти ежегодно), его площадь увеличивается на 0.9 тыс. км<sup>2</sup>.

Таким образом, на Обь-Иртышском междуречье располагаются три крупных озерных района, представляющих собой бессточные котловины: Чано-Барабинский, Карасукский и Кулундинский. Многочисленные озера различны по размерам, но обычно площадь их акватории не превышает 1 км<sup>2</sup>, а глубина чаще всего составляет не более 2-3 м. По происхождению озера делятся на остаточные древнеозерных равнин, старичные, просадочного происхождения и озера древних ложбин стока. По водному режиму они разделяются на проточные и бессточные, а по составу – на пресноводные, слабосоленые, солоноводные и горько-соленые. Два последних типа распространены в Кулундинском районе, где используются в бальнеологии (развита сеть санаториев-грязелечебниц) и являются источниками химического сырья (сода, соли).

Водораздел между реками внутреннего стока и бассейна р. Обь проходит вблизи восточного края северного блока и в центральной части южного блока Приобского плато. Реки внутреннего стока текут в юго-западном направлении, следуя особенностям рельефа. Течение рек спокойное, уклоны составляют от 5 до 10 см на 1 км, долины широкие, имеют небольшой врез. Питание в основном снеговое и дождевое, 70–80% годового стока приходится на весенне-летний сезон. В маловодные годы сток может составлять 1/10 от среднего многолетнего, а в многоводные превышать норму в 3-6 раз. Устойчивый ледяной покров на малых реках появляется в конце октября, а на более крупных – в начале ноября. Толщина льда достигает 70-100 см, в суровые зимы небольшие речки промерзают до дна. Ледохода нет, лед тает на месте. В южных районах пик половодья приходится на середину апреля, а в северных – на конец мая. После половодья многие реки мелеют и зарастают. Дренирующие плато северные притоки Оби имеют небольшую протяженность и врезанные долины. Ледоход и половодье на них относительно бурное, скорость течения достигает 1 м/с. Реки Чарыш, Алей, Барнаулка и другие наследующие древние долины стока южные водотоки, врезаны на 80-120 м, характеризуются разветвленной сетью мелких притоков, дружным весенним паводком. Формирование долин связано с затруднением стока вод Оби в среднем неоплейстоцене, переливанием ее вод через борт долины и перетоком на запад, к Иртышу. Деятельностью этих потоков были углублены более древние ложбинообразные понижения.

В Присалаирье озер естественного происхождения практически нет. Все реки принадлежат к бассейну р. Обь, имеют атмосферное, реже смешанное с грунтовым, питание. Густота речной сети увеличивается к Салаирскому кряжу от 0.8 до 1.2 км/км<sup>2</sup>,

уклоны изменяются от 10 до 80 см на 1 км и более, скорость течения в половодье достигает 0.7-2.0 м/с. На кряже речные долины V-образные, нередко со скальными обнажениями, русла рек часто каменистые и песчаные, врезаны на 140-200 м и более. На возвышенной лесостепной равнине долины в основном U-образные, асимметричные, эрозионно-аккумулятивные, русла меандрируют, развита боковая эрозия. Крупные правые притоки Оби – реки Иня (общая длина 800 км) и Бердь (около 400 км) – имеют характер равнинных, с ледоходом и весенним половодьем в апреле-мае и меженным обмелением. Террасированные широкие долины с луговым разнотравьем активно освоены животноводством, а вблизи г. Новосибирск – огородно-садоводческими и дачными обществами.

С юга на север в восточной части листа территорию пересекает одна из крупнейших рек Сибири – р. Обь. На всем протяжении река судоходна, долина ее хорошо разработана, ниже плотины Новосибирской ГЭС ширина ее составляет от 3 до 12 км. В строении долины выделяют пойму и три-четыре надпойменные террасы, а в верхнем ее течении, в пределах Обь-Чумышской аллювиальной равнины – пятую террасу. Правый берег на значительном протяжении обрывистый и высокий, а левый – пологий и низкий. На берегах р. Обь располагаются города Новосибирск с численностью населения более 1.5 млн. человек и Барнаул, население которого составляет почти 600 тыс. человек, а также крупные районные центры – города Камень-на-Оби и Колывань. Питание реки смешанное, атмосферно-грунтовое, с преобладанием снегового. В апреле-мае уровень воды поднимается, наибольшего уровня достигая в мае – начале июня. В маловодные годы весенний подъем воды достигает 3-4 м, в многоводные – 7-9 м; летний межень приходится на август-октябрь.

После строительства плотины Новосибирской ГЭС в 1957 г. образовалось Новосибирское водохранилище (Обское море) протяженностью около 230 км и шириной до 20 км. На его берегах располагаются курорты и санатории, районный центр Ордынское, город-спутник Бердск и научный центр г. Новосибирск – Академический городок СО РАН. Площадь водного зеркала составляет 1070 км<sup>2</sup>, уровень воды поднят на 18 м. Затопленная морем приустьевая часть р. Бердь превратилась в залив, по которому речные суда проходят к промышленному узлу г. Искитим. На водохранилище производится промышленный отлов рыбы, водный ресурс используется для орошения прилегающих лесостепных районов.

Лесостепные ландшафты занимают более половины рассматриваемой территории. Для них типичны колковые осиново-березовые леса в различных сочетаниях с почвенно-растительными ландшафтными сообществами (луговыми, остепненными,



черневой тайги). До массовой распашки северной лесостепи колки в ней занимали до 45-60%, в южной лесостепи их площадь составляла около 4-5%. Лесостепи Обь-Иртышского междуречья развиты на черноземах различных подтипов (осолоделых, луговых, на севере в сочетании с болотными почвами, на западе – с солончаками), а в низинных участках – на солончаках. Кулундинские степные и сухостепные ландшафты распространены на каштановых, каштаново-солонцеватых почвах и солонцах. В Присалаирье распространен лесостепной тип ландшафта на подзолистых, серых лесных почвах и черноземах оподзоленных.

Животный мир лесостепей имеет переходный характер. Открытые степные и луговые участки обычно заселены степными животными, а в колках обитают лесные виды. Наиболее типичны различные грызуны: суслики, хомяк, тушканчик-прыгун, полевки, степная пеструшка. Из хищников здесь обитают волк, корсак, хорек, горноста́й, ласка. Повсеместно распространен барсук, встречаются зайцы, косули, реже лоси; в водоемах – ондатра. На озерах водятся цапля, лебедь, различные виды местных уток. Во время весенних и осенних перелетов многочисленные озера Обь-Иртышского междуречья становятся ареной охоты на гусей и уток. Животный мир елово-сосновой и пихтово-осиновой подтайги и черновой тайги северных и восточных территорий представлен медведем, лосем, волком, бобром, выдрой, собо́лем, бел- кой, лисой, зайцем-русаком. Встречаются глухарь, тетерев, рябчик, ворон, сорока, дятел и многочисленные мелкие лесные птицы [9].

Подробная климатическая характеристика составлена по материалам многолетних наблюдений на метеостанциях г. Новосибирск, с использованием справочников по климату СССР. Расчеты климатических параметров выполнены согласно СП 131.13330.2012 [21] и СП 20.13330.2011 [25] (таблицы 1.1-1.8).

Климат рассматриваемой территории определяется географическим положением (крайний юго-восток Западно-Сибирской низменности). Благодаря положению внутри континента, особенностям атмосферной циркуляции и характеру рельефа климат данного района резко-континентальный с холодной продолжительной зимой с сильными ветрами и метелями, устойчивым снежным покровом, и коротким довольно жарким летом. Переходные периоды, чаще всего, короткие. Весна и начало лета часто засушливы. В теплый период года возможны поздние весенние и ранние осенние заморозки. Характерны резкие перепады температуры воздуха в течение суток, особенно весной и осенью, что объясняется отсутствием естественных препятствий вторжению арктических воздушных масс.

*Температура воздуха.* Средняя многолетняя годовая температура воздуха положительная и равна 0.2°C.

Наиболее низкие температуры воздуха наблюдаются в январе. Абсолютный минимум достигает минус 50<sup>0</sup>С. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха составляет минус 42<sup>0</sup>С. Средняя минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца равна минус 23.4<sup>0</sup>С.

Самый теплый месяц – июль. Абсолютный максимум температуры воздуха за многолетний период составляет 38°C.

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца составляет 24.6°C.

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца составляет 11.9°C, наиболее холодного месяца 9.0°C.

Переход средней суточной температуры воздуха через 0°C осенью происходит обычно 20 октября, весной 15 апреля. Продолжительность периода с температурой воздуха < 0°C составляет 178 суток, средняя температура этого периода минус 11.8 °C.

Первые заморозки наблюдаются, в среднем, в середине сентября. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 119 суток.

Таблица 1.1 – Температура воздуха, °C, м/ст Новосибирск

| Характеристика                        | Месяцы |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       | Год  |
|---------------------------------------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
|                                       | 01     | 02    | 03    | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11    | 12    |      |
| средняя<br>месячная и<br>годовая, t°C | -17.3  | -15.7 | -8.4  | 2.2  | 11.1 | 17.0 | 19.4 | 16.2 | 10.2 | 2.5  | -7.4  | -14.5 | 1.3  |
| средняя<br>минимальная,<br>t°C        | -23.4  | -22.4 | -15.5 | -3.3 | 4.2  | 10.6 | 13.2 | 10.5 | 5.0  | -1.8 | -13.1 | -21.0 | -4.8 |

Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.98 равна минус 44°C. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.92 равна минус 42°C. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.98 равна минус 42°C. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 равна минус 39°C.

Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, равен 200.

Таблица 1.2 – Даты наступления заморозков, продолжительность безморозного периода

| Даты наступления заморозков |                |                |                |                |                   | Продолжительность безморозного периода, сутки |             |              |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------------------------|-------------|--------------|
| последнего весной           |                |                | первого осенью |                |                   | Средняя                                       | миним.      | макс.        |
| средняя                     | ранняя         | поздняя        | средняя        | ранняя         | поздняя           |                                               |             |              |
| 22.05                       | 29.04<br>1962г | 07.06<br>1948г | 19.09          | 27.08<br>1975г | 08.10<br>1942,48г | 119                                           | 92<br>1938г | 144<br>1962г |

Влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой и суточный ход. Упругость водяного пара зависит от температуры воздуха и в течение года меняется аналогично ходу температуры воздуха: наибольшие значения ее наблюдаются летом (в июле), наименьшие – в самые холодные месяцы. Средняя месячная относительная влажность воздуха, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром, в течение года изменяется от 81% в ноябре до 59% в мае.

Таблица 1.3 – Среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха, %

| Месяцы |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Год |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 01     | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |     |
| 79     | 77 | 78 | 70 | 59 | 65 | 71 | 75 | 74 | 77 | 81 | 81 | 74  |

Число дней с относительной влажностью  $\leq 30\%$  в любой из сроков наблюдений составляет за год 21, а число дней с относительной влажностью  $\geq 80\%$  – 86.

Среднее годовое количество осадков равно 442 мм, из них 104 мм выпадает за ноябрь-март и 338 мм – апрель-октябрь. За июнь-август выпадает 40-45% годовых осадков. В летний период осадки носят как обложной, так и ливневый характер. Малооблачная, очень жаркая и сухая погода с длительным отсутствием осадков (15-20 дней) наблюдается в июне – июле. По виду осадков основное количество выпадает в виде дождя (65%), осадки в виде мокрого снега наблюдаются практически круглый год (с сентября по май) и составляют 10% от годовой суммы осадков.

Таблица 1.4 – Среднемесячное количество осадков, мм

| Месяц |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 01    | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
| 19    | 14 | 15 | 24 | 36 | 58 | 72 | 66 | 44 | 38 | 32 | 24 |

Среднее число дней с осадками  $\geq 0.1$  мм составляет 155, осадки  $\geq 10$  мм – 7, осадки  $\geq 20$  мм – 1.

Суточный максимум осадков 1% обеспеченности составляет 100 мм, наблюдаемый – 95 мм (август 1982 г.).

*Снежный покров.* Устойчивый снежный покров образуется, в среднем, в начале ноября и сходит обычно в конце апреля. Среднее число дней с устойчивым снежным покровом составляет 167.

Плотность снежного покрова увеличивается от 110-150 в ноябре до 270 кг/м<sup>3</sup> в апреле, средняя за зимний период составляет 250 кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 1.5 Даты появления, образования, разрушения и схода снежного покрова

| Среднее число дней со снежным покровом | Дата появления снежного покрова |              |                | Дата образования устойчивого снежного покрова |              |                | Дата разрушения устойчивого снежного покрова |              |                | Дата схода снежного покрова |              |                |
|----------------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------------|--------------|----------------|----------------------------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|--------------|----------------|
|                                        | сред-няя                        | самая ранняя | самая позд-няя | сред-няя                                      | самая ранняя | самая позд-няя | сред-няя                                     | самая ранняя | самая позд-няя | сред-няя                    | самая ранняя | самая позд-няя |
| 167                                    | 15.10                           | 26.09        | 07.11          | 01.11                                         | 11.10        | 17.11          | 09.04                                        | 20.03        | 24.04          | 24.04                       | 28.03        | 28.05          |

Средняя высота снежного покрова из наибольшей составляет 39 см, наибольшая достигает 78 см, наименьшая – 12 см.

Таблица 1.6 – Средняя месячная и годовая температура почвы по вытяжным термометрам, °С, м/ст Новосибирск (почва - чернозем)

| Глубина, м | Месяцы |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |      | Год |
|------------|--------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|-----|
|            | 01     | 02   | 03   | 04   | 05  | 06   | 07   | 08   | 09   | 10  | 11   | 12   |     |
| 0.2        | -5.8   | -6.4 | -4.0 | 0.5  | 7.6 | 14.6 | 19.0 | 17.3 | 11.7 | 4.2 | -1.1 | -4.6 | 4.4 |
| 0.4        | -3.7   | 4.6  | -3.3 | 0.1  | 5.4 | 12.4 | 16.4 | 16.2 | 11.8 | 5.7 | 1.1  | -1.9 | 4.6 |
| 0.8        | -0.9   | -2.0 | -1.9 | -0.4 | 2.8 | 9.0  | 13.5 | 14.6 | 11.9 | 7.4 | 3.2  | 0.8  | 4.8 |
| 1.6        | 2.1    | 1.2  | 0.6  | 0.5  | 1.3 | 5.0  | 9.1  | 11.3 | 10.9 | 8.8 | 5.8  | 3.6  | 5.0 |
| 3.2        | 5.5    | 4.7  | 4.0  | 3.4  | 3.1 | 3.7  | 5.2  | 6.8  | 8.0  | 8.2 | 7.6  | 6.5  | 5.6 |

Глубина промерзания грунта зависит от высоты снежного покрова. Наибольшее промерзание наблюдается на возвышенных и открытых местах. На поймах рек при значительной высоте снежного покрова промерзание грунтов сравнительно невелико.

*Ветер.* На рассматриваемой территории в течение года преобладают ветры Ю и ЮЗ направления (рисунок 1.3).

Таблица 1.7 – Повторяемость направления ветра за год, %

| Направление ветра |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| С                 | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |
| Средняя за год    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8                 | 11 | 5  | 9  | 25 | 24 | 12 | 6  |
| Июль              |    |    |    |    |    |    |    |
| 12                | 18 | 12 | 10 | 11 | 15 | 12 | 10 |
| Январь            |    |    |    |    |    |    |    |
| 3                 | 4  | 10 | 16 | 27 | 30 | 6  | 4  |

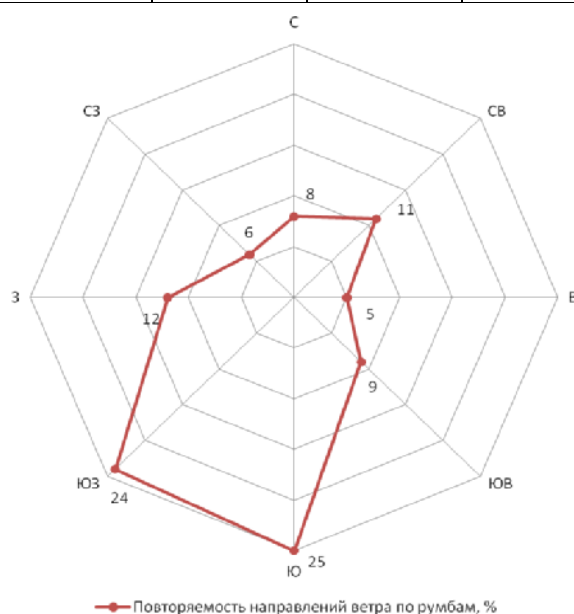


Рисунок 1.3 – Роза ветров (средняя за год), м/ст Новосибирск[88]

Безветренных дней в течение года немного, в пределах 10-15 %, самые ветреные месяцы – март-май, октябрь-ноябрь.

Распределение скоростей ветра по направлениям аналогично распределению повторяемости направлений ветра по румбам: наибольшая средняя скорость ветра совпадает с наибольшей повторяемостью направления. В годовом ходе минимальные скорости ветра приходятся на летние месяцы, максимальные – на зимние.

Наибольшую повторяемость имеют скорости ветра от 0 до 5 м/с. Годовая скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5%, равна 9 м/с, 95% - 0.1 м/с.

Ветры со скоростью  $\geq 15$  м/с наблюдаются почти ежегодно и преимущественно в холодный период года. Ветры со скоростью 20 м/с наблюдаются почти ежегодно и преимущественно в декабре-январе.

### Среднегодовая скорость ветра равна 3.8 м/с.

Таблица 1.8 – Скорость ветра, м/с

| Характеристика                                            |     | Месяцы |       |     |       |       |       |       |     |     |       |       |       | Год   |
|-----------------------------------------------------------|-----|--------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
|                                                           |     | 01     | 02    | 03  | 04    | 05    | 06    | 07    | 08  | 09  | 10    | 11    | 12    |       |
| сред, месячные<br>и годовая<br>скорость, м/с              |     | 4.3    | 4.2   | 4.0 | 3.9   | 3.9   | 3.3   | 2.5   | 2.7 | 3.1 | 4.3   | 4.8   | 4.3   | 3.8   |
| макс. скорость и<br>порыв ветра<br>скорость/порыв,<br>м/с |     | 24/28  | 24/28 | 24  | 20/24 | 18/20 | 18/21 | 17/23 | 20  | 24  | 24/28 | 20/23 | 18/20 | 24/28 |
| среднее<br>число<br>дней со<br>скоростью                  | >8  | 11.4   | 9.5   | 9.0 | 8.6   | 9.5   | 4.8   | 2.0   | 3.0 | 4.5 | 10.9  | 11.8  | 9.8   | 95    |
|                                                           | >15 | 3.0    | 2.0   | 1.8 | 1.6   | 2.3   | 1.1   | 0.4   | 0.9 | 0.9 |       | 2.7   | 1.7   | 21    |
|                                                           | >20 | 0.0    | 0.1   |     |       |       |       |       |     |     | 0.1   | 0.1   |       | 0.3   |

Сильный ветер зимой сопровождается метелями и снегопадами, летом – пыльными бурями и ливневыми дождями.

Среднее число дней в году со скоростью ветра  $\geq 15$  м/с равно 21, наибольшее достигает 40-45.

Максимальная скорость ветра при порыве достигает 28-40 м/с. Наибольшие скорости ветра отмечаются при преобладающих южных и юго-западных направлениях.

Согласно табл. 11.1 СП 20.13330.2011 [25] по ветровому давлению район – III. Нормативное ветровое давление на высоте 10 м над поверхностью земли составляет 380 Па.

По весу снегового покрова рассматриваемая территория относится к IV району. Расчетное значение веса снегового покрова  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли согласно табл. 10.1 СП 20.13330.2011 [25] составляет 2.4 кПа ( $240 \text{ кгс/м}^2$ ).

Согласно табл. 12.1 СП 20.13330.2011 [25] район изысканий по гололедным характеристикам относится ко II району, нормативная толщина стенки гололеда составляет 5 мм.

## 1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Геологические исследования района были начаты в конце прошлого века. И.Д. Черский, И.И. Билль, А.И. Державин и другие описали выходы палеозойских осадочных и изверженных пород в районе с. Колывани и нынешнего г. Новосибирска. Б.Ф. Сперанский установил широкое распространение инской формации среднепалеозойских сероцветных осадочных пород в пределах Колывань-Томской зоны. А.И. Гусев при геологической съемке масштаба 1:100 000 района г. Новосибирска расчленил инскую формацию на

иниодендровые, споритосовые и шиферные слои, описал гранитные интрузии, впервые выделил мезозойские дайки долеритов и дал обзор полезных ископаемых района. Была выявлена сульфидная и вольфрамовая минерализация, связанная с гранитами Колыванского массива, и был обнаружен касситерит в шлихах [1].

Последнее издание комплекта Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 листов N-43(44), включающего карты доюрских (под ред. В. С. Суркова и С. Б. Шацкого), дочетвертичных (под ред. С. Б. Шацкого), четвертичных (под ред. С. Б. Шацкого) образований, полезных ископаемых (под ред. С. Б. Шацкого) и подземных вод (под ред. Н. В. Григорьева) осуществлено в 1986–1992 гг.; листов N-(44)45 (карты дочетвертичных образований под ред. С. Б. Шацкого и карты полезных ископаемых под ред. Н. В. Григорьева) в 1982–1987 гг. При этом на западную половину листа отсутствует объяснительная записка и каталоги полезных ископаемых к ГК-1000, на восточную половину – карта доюрского фундамента, на всю площадь – геоморфологическая, тектоническая и минерагеническая схемы.

Полностью лист изучен геологосъемочными, тематическими и картосоставительскими работами масштаба 1 : 500 000. В 2001 г. на площадь Новосибирской области А. Т. Афанасьевым с коллегами составлен комплект карт геологического содержания с объяснительной запиской, а под руководством Л. В. Смирнова подготовлена геологическая карта доюрских образований масштаба 1 : 500 000. На южную половину листа карта доюрских образований масштаба 1 : 500 000 создана И. А. Кочетковым с соавторами в 1964 г.

Складчатые структуры охвачены геолого-минерагеническим картированием масштаба 1 : 500 000, проведенным под руководством А. И. Черных в 2007 г.

Геологосъемочные работы масштаба 1 : 200 000 проведены на всей территории за исключением листов N-44-XXIX и XXX – площади к югу от г. Барнаул, сопровождались большим объемом ручного и колонкового бурения. Две трети листа (Кулундинская и Барабинская степи) охвачены комплексными геолого-гидрогеологическими исследованиями (ГГ), на семи листах проведено глубинное геолого-гидрогеологическое картирование (ГГГК).

Северные и северо-восточные (горно-складчатые) районы покрыты геологическими съемками (ГС). На площади восьми листов в 1995–2007 гг. проведено геологическое (ГДП-200) и геолого-гидрогеологическое (ГГДП) доизучение масштаба 1 : 200 000, для шести из них составлены комплекты Госгеолкарты-200/2, работы на двух завершены информационным отчетом.



По результатам работ составлены комплекты Госгеолкарты-200 первого поколения. Почти половина из них издана в 1980-е годы, для листов N-44-VII, XIII, XIV – в 2001 г., остальные в 1951–1979 гг. Одиннадцать комплектов содержат гидрогеологические карты.

Мезозойско-кайнозойский плитный комплекс на всю мощность изучен равномерной сетью опорных буровых скважин и многочисленными скважинами, пройденными при гидрогеологических исследованиях (всего 595 скважин).

Домезозойский фундамент Западно-Сибирской плиты вскрыт более редкими глубокими скважинами (всего 185 скважин).

Горно-складчатая часть территории на 75 % изучена геологосъемочными работами масштаба 1 : 50 000 (36 листов). Основной объем съемок проведен в 1960–1970-е годы.

Почти на всей площади проведены поисковые и разведочные работы на различные виды полезных ископаемых, в том числе подземные воды в Кулундинском районе и вокруг городов Новосибирск, Барнаул, Камень-на-Оби. Они, как правило, сопровождались детальными геофизическими исследованиями. Объектами поисков и разведки являлись антрациты Горловского угленосного прогиба, медно-никелевое и редкометальное (олово, вольфрам) оруденение в северо-восточной части территории, ильменит-цирконовые россыпи и гидрогенное урановое оруденение на границе Западно-Сибирской плиты с горно-складчатой областью (Ордынский, Колыванский районы), золото на северо-западном окончании Салаирских структур, сульфидное полиметаллическое оруденение в центральной части Колывань-Томской зоны, природная сода, сульфатные и поваренная соли в Кулундинской и Барабинской степях, торф и сапропели на севере площади листа, экзогенное железное, марганцевое и бокситовое оруденение, радоновые, минеральные и питьевые подземные воды и др. [9]

ООО «Сфера-2000» в 2016 г. производило инженерно-геологические изыскания вблизи проектируемого объекта, на основе которых выполнена данная выпускная квалификационная работа.

### 1.3 Геологическое строение района работ

Геологическое строение Новосибирской области определяется принадлежностью ее западной части к обширной платформенной тектонической структуре – Западно-Сибирской плите, восточной – к Алтае-Саянской складчатой области. В строении западной части территории принимают участие континентальные и морские мезозойские и кайнозойские отложения. В восточной части близко к дневной поверхности, часто под чехлом четвертичных суглинков, залегают смятые в складки и прорванные интрузивными телами осадочные и вулканогенные палеозойские породы. Долина Оби проходит на стыке Западно-Сибирской плиты и приподнятой складчатой области. Палеозойские породы часто обнажаются по берегам реки Оби и ее притоков.

Породы палеозойского фундамента перекрываются континентальными третичными отложениями. Эти отложения залегают под толщей лессов и на поверхность не выходят. Среди них широко распространены миоценовые и плиоценовые глины и суглинки преобладающего озерного генезиса, выделенные в аральскую, павлодарскую и кочковскую свиты. Общая мощность их возрастает по мере удаления от Салаира на запад и юго-запад. Более молодые отложения налегают на охарактеризованные свиты с резким размывом. Среди них преобладают речные пески, супеси и озерные суглинки. Эти осадки выделены в каргатскую и барнаульскую пачки, а также в федосовскую свиту ранне- и среднечетвертичного возраста (графическое приложение 1) [8].

Центральная часть города Новосибирска расположена на высоко приподнятом гранитном цоколе, который продолжается и на левобережье. В черте города граниты перекрыты толщей четвертичных суглинков и супесей. Река Обь имеет гранитное ложе, поэтому именно здесь был выбран мостовой переход при строительстве Транссибирской железнодорожной магистрали [2].

#### 1.3.1 Стратиграфия и литология

*Палеозойская группа. Верхний отдел Девонской системы – нижний отдел каменноугольной системы. Инская серия ( $D_3 - C_1$ ).*

Серия сероцветных глинистых сланцев, алевролитов и песчаников. Породы выходят на поверхность в одиночных обнажениях в районе г. Новосибирска. Сланцы имеют тонкую слоистость, на плоскостях рассланцовки часто наблюдаются вкрапленники пирита. Песчаники мелко-, реже среднезернистые, состоят из зерен кислого плагиоклаза, кварца, полевого шпата и чешуек биотита. Породы, по-видимому, претерпели неравномерный дислокационный метаморфизм и поэтому повсеместно, в той или иной степени, рассланцованы.

*Средний и верхний отделы каменноугольной системы. Нижне- и верхнебалахонская свита нерасчлененные ( $C_2 - P_{1bl}$ ).*

Сильно дислоцированные и ороговикованные углисто-глинистые сланцы, разбитые многочисленными мелкими трещинами, выполненные кварцевыми и кальцитовыми жилками.

Кора выветривания. Элювиальные глины белого, серого и розоватого цвета, часто с реликтовой структурой гранита, зернами кварца, реже – выветрелых полевых шпатов, мусковита и биотита.

Кора выветривания глинистых сланцев представлена также глинами с реликтовыми текстурами материнских пород, на левобережье Новосибирска широко распространены белые каолиновые глины.

*Мезозойская группа. Меловая система. Нижний отдел. Готеривский и барремский ярусы. Киялинская свита ( $K_{1kls}$ ).*

Континентальные голубовато-зеленые и сургучно-красные алевроитистые неравномерно обызвесткованные глины с прослоями конгломерато-брекчий из галек и обломков выветрелых сланцев и кварца, скрепленных глинистым материалом.

*Кайнозойская группа. Палеогеновая система. Верхний эоцен – нижний олигоцен. Чеганская свита ( $P_{2-3cg}$ ).*

Морские темно-зеленые глины с тонкоплитчатой отдельностью, слоистым сложением, тонкими линзовидными слойками зеленовато-серого тонкозернистого или алевроитового песка с мелким растительным детритом или с косточками рыб.

*Нижний и средний олигоцен. Атлымская свита ( $P_{3at}$ ).*

Светло-серые, тонко- мелко- среднезернистые аллювиальные пески.

*Средний олигоцен. Новомихайловская свита ( $P_{3nt}$ ).*

Белые и светло-серые однородные, участками слоистые каолиновые глины, с гидроокислами железа, с обломками обугленной древесины и прослоями бурого угля.

*Верхний олигоцен. Знаменская свита ( $P_{3zn}$ ).*

Серые полимиктовые тонкозернистые пески с прослоями глин, с обугленными растительными остатками, с редкими прослойками бурого угля и светло-серыми алевроитами и алевроитовыми слоистыми глинами.

*Неогеновая система. Нижний миоцен. Таволжанская свита ( $N_{1tv}$ ).*

Темно-серые и зеленовато-серые жирные, плотные некарбонатные глины с характерным глянцевым изломом, пятнами и прожилками гидроокислов железа, гнездами и слойками серого тонкозернистого песка.

### *Четвертичная система.*

Четвертичные отложения сплошным чехлом покрывают право- и левобережные равнины и образуют ряд аккумулятивных террас в долине р. Оби и ее притоков.

В строении водораздельных равнин участвуют (снизу вверх) отложения кочковской и красnodубровской свит, покровные субаэральные образования и различные по генезису современные отложения.

#### *Эоплейстоценовые отложения. Кочковская свита ( $E_2k\check{c}$ ).*

Бурые неравномерно известковистые комковатые плотные глины с мелкими карбонатными конкрециями, с обломками палеозойских пород и с редкими прослоями песков.

#### *Нижне-среднечетвертичные отложения. Красnodубровская свита ( $Q_{I-II}krd$ ).*

Мощная толща отложений красnodубровской свиты (30-40 м) вскрыта под покровными отложениями. Отложения обычно залегают на осадка верхнекочковской подсвиты.

Отложения представлены легкими желто-бурыми лессовидными суглинками и супесями с серыми плотными, иногда тяжелыми суглинками (последние преобладают в нижней части разреза).

Породы красnodубровской свиты образовались за счет аккумуляции преимущественно тонкоалевритового и глинистого материала, смытого дождями и талыми водами с относительно высоких водораздельных участков равнины. В их формировании также участвовали эоловый и другие агенты. Сложный генезис удачно отражается термином "субаэральные отложения", который и применяется для генетической характеристики красnodубровской свиты.

#### *Аллювиальные отложения четвертой надпойменной террасы р. Обь ( $Q_{IV}^4$ )*

Четвертая надпойменная терраса нечетко выражена в рельефе, сливаясь с водораздельной равниной. Отложения представляют собой желто-бурые и серые слоистые пески, супеси и суглинки.

#### *Средне-верхнечетвертичные отложения. Аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р. Обь ( $Q_{III-IV}^3$ ).*

Третья надпойменная терраса р. Оби простирается на ее левом берегу от с. Прогресс до станции Чик и в районе с. Колывань, на правом – от г. Новосибирска до с. Бибихи. Отложения русловых фаций аллювия террасы, представленные серыми песками с гравием и галькой кварца, с редкими гранитными валунами (до 20 см), залегают местами на палеогеновых отложениях, а иногда на палеозойских породах. Пойменные фракции

представлены в верхней части разреза желто-бурыми и голубовато-серыми суглинками, супесями и волнисто-слоистыми песками. Мощность отложений достигает 40 м.

Накопление нижней части аллювиальных отложений террасы происходило в межледниковое время, спорово-пыльцевые спектры из верхней части осадков террасы несут признаки похолодания.

*Верхнечетвертичные отложения. Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р. Обь и ее притоков ( $Q_{II}^2$ ).*

Вторая надпойменная терраса образует на левом берегу р.Оби широкий сегмент между г. Новосибирском и с. Колывань, на правом берегу ее разрозненные остатки прослеживаются от г. Новосибирска до с. Бибихи.

Верхняя часть разреза представлена осадками пойменных фаций – желто-бурыми и серыми суглинками и супесями, нижняя – русловыми отложениями – серыми разномеристыми песками, залегающими на палеогеновых и палеозойских отложениях. Мощность отложений – 30-40 м.

Со второй террасой р. Обь морфологически сливаются слабо выраженные в рельефе вторые надпойменные террасы левых притоков – рек Оеша и Чика, отложения которых представлены суглинками с редкими маломощными слоями тонко-мелкозернистых песков. Мощность этих отложений составляет 10-13 м.

*Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р. Обь ( $Q_{II}^1$ ).*

Первая надпойменная терраса прослежена вдоль левого берега р. Обь от г. Новосибирска до с. Катково. Небольшие остатки этой террасы расположены на правом берегу у г. Новосибирска и возле сел Мочище, Кубовая, Бибиха. Отложения первой террасы на левом берегу перекрыты верхнечетвертичными и современными эоловыми "боровыми" песками.

Верхняя часть отложений первой террасы обнажается в подмываемых р. Обь берегах у сел Кудряшовского, Мочище, Кубовой и Бибихи и представлена пепельно-серыми супесями и суглинками (пойменный аллювий), залегающими под ними косослоистыми песками с гравием, галькой и щебнем глинистых и углистых сланцев, гранита и кварца; редко встречаются гранитные валуны до 3 м в поперечнике (русловой аллювий). Нижняя часть разреза представлена разномеристыми песками с галькой и гравием, преимущественно кварцевого состава, залегающими на палеозойских и палеогеновых образованиях. Мощность отложений первой террасы составляет 20-25 м.

Одновозрастные с первой террасой р. Обь первые террасы рек Оеша и Чика прослеживаются вдоль этих рек отдельными, сравнительно узкими полосками, которые иногда не выражаются в масштабе карты и поэтому показаны на ней слегка

увеличенными. Отложения первой террасы представлены преимущественно серыми песками и суглинками. Пески – глинистые, карбонатные, гнездами интенсивно ожелезнены. Суглинки – синевато-серые, с разложившимися растительными остатками. Мощность отложений составляет порядка 10-12 м.

*Покровные субаэральные отложения ( $Q_{III}$ ).*

Площадь водораздельных пространств, а также IV и III надпойменных террас р. Обь покрыта почти сплошным чехлом (мощность 3-10 м) желто-бурых покровных образований, представленных лессовидными суглинками, супесями, редко песками, генетически связанными между собой и без резких границ сменяющими друг друга как в вертикальном разрезе, так и по простирацию. Суглинки и супеси обычно легкие, пылеватые, пористые, карбонатные; пески – мелко- и тонко-зернистые, глинистые и пылеватые. Нижняя граница покровных отложений местами устанавливается по смене желто-бурого цвета покровных осадков на серый цвет нижележащих пород, а также по изменению их структуры и текстуры. Минералогический состав покровных пород однообразен и не отличается от состава подстилающих толщ.

Покровные отложения образовались на плоских водоразделах и на склонах за счет сноса и переотложения материала дождевыми и талыми водами с более высоких участков равнины, частично за счет почвенных, элювиальных и эоловых процессов. Для обозначения сложного генезиса покровных отложений применяется термин "субаэральные" отложения.

*Верхнечетвертичные – современные отложения.*

*Эоловые отложения ( $Q_{III-IV}$ )* представлены желто-бурыми тонко-мелкозернистыми пылеватыми песками с характерной пологой слоистостью, с длинными и тонкими (до 2-3 см), иногда слабо наклонными слойками мелко- и среднезернистых песков с хорошо окатанными зернами. Эоловые отложения залегают на осадках первой, второй и третьей надпойменных террас р. Обь и частично на отложениях, слагающих Приобское плато, что позволяет предполагать наличие нескольких генераций эоловых отложений. Мощность отложений резко колеблется от 3 до 10 м.

*Современные отложения.*

К этому отделу условно отнесены аллювиальные, делювиальные, смешанные делювиальные, болотные и озерно-болотные отложения.

*Аллювиальные отложения пойменной террасы р. Обь и ее притоков ( $Q_{IV}$ ).*

Пойменная терраса в основном прослеживается ниже г. Новосибирска вдоль левого берега р. Обь, на правом берегу она сохранилась в виде отдельных разрозненных сегментов. В береговых обрывах высотой 3-4 м наблюдается сложное наложение осадков

пойменных и старичных фаций, представленных песками, супесями, суглинками, торфами. Русловые фации представлены голубовато-серыми и серыми разнотернистыми песками с прослоями гравия и гальки кварца, роговиков, реже гранитов. Мощность отложений достигает 20 м.

В строении пойменной террасы старого русла, огибающего с запада первую надпойменную террасу в районе с. Кудряшовское, участвуют пески, иногда разнотернистые, гравелистые, а также суглинки и торф.

Отложения пойменных террас левых притоков р. Обь – рек Тулы, Чика, Камышенки, Оеша в верховьях представлены преимущественно суглинками и супесями, а в нижних течениях, где эти реки размывают отложения р. Обь, – суглинками и песками. Мощность осадков составляет 1-3 м.

*Делювиальные отложения ( $Q_{IV}$ )* образовались за счет сноса глинистых и песчаных частиц дождевыми и тальными водами с относительно повышенных участков равнины и накопления их в пониженных формах рельефа, в западинах, деллях, ложках, на склонах оврагов и логов. Делювий представлен желто-бурыми средними, часто некарбонатными суглинками, иногда со слойками и гнездами тонкозернистого песка и супеси, иногда с комочками из серого суглинка (переотложенный почвенный слой). На делювиальных отложениях развивается характерный почвенно-растительный покров, по которому удастся установить границы этих отложений на аэрофотоснимках. Процесс накопления делювиальных отложений продолжается в настоящий момент. Мощность отложений колеблется от 1 до 5 м.

*Делювиальные и болотные отложения ( $Q_{IV}$ )* распространены на левобережье Оби, особенно на второй надпойменной террасе, в реликтовых ложбинах древних стариц. Они представлены желтовато-бурыми и темно-серыми некарбонатными суглинками, с пятнами гидроокислов железа, иногда с разложившимися растительными остатками. Нижние горизонты этих отложений, по-видимому, генетически связаны с аллювиальными отложениями террасы. В формировании верхних горизонтов участвуют делювиальные осадки, образовавшиеся за счет сноса материалов в отрицательные формы рельефа с относительно повышенных участков террасы и с Приобского плато дождевыми и тальными водами. Многие глубоко врезанные старицы заболочены. Процесс заполнения понижений делювиальными и болотными осадками продолжается в настоящий момент.

*Озерно-болотные отложения ( $Q_{IV}$ )* распространены в долине р. Обь, в многочисленных отшнурованных древних протоках, особенно вдоль тылового шва первой террасы, на отрезке от с. Кривошеково до с. Криводановки; небольшие площади распространения этих отложений формируются вдоль тыловых швов второй и третьей

террас р. Обь. Эти отложения возникли как в результате зарастания древних протоков и стариц на первой террасе р. Обь, так и вследствие заболачивания подножий склонов у тыловых швов террас в зоне накопления поверхностных и разгрузки подземных вод.

Озерно-болотные отложения представлены иловатыми песками, супесями, илом, торфом. Мощность их достигает 6 м.

*Интрузивные отложения ( $\gamma PZ_3$ ). Новосибирский массив гранитоидов.*

По берегам р. Оби и Каменки, в карьерах Борок, Вертковском, Кривошековском, Бугринском, Мочищенском обнажены серые и розовато-серые порфировидные гранитоиды: граниты, адамеллиты и гранодиориты. Граниты биотитовые или биотит-рогообманковые встречаются редко и только в средней части массива [1].

### **1.3.2 Тектоника**

*Палеозойская эра.*

В нижнем палеозое на месте подвижного участка земной коры, где происходило накопление осадочных пород в морских условиях, активно проявилась каледонская складчатость. На месте современного Салаирского кряжа образовались складчатые горы. Возможно, что каледонские горообразовательные процессы охватили и северо-западную часть области. Однако территория сохранила высокую тектоническую подвижность. Вновь интенсивное горообразование проявилось в конце палеозоя (герцинская складчатость). Мощные толщи осадочных пород оказались смяты в складки. Складкообразование сопровождалось преобразованием пород, внедрением магматических пород в толщину осадочных, излиянием лав. На месте современной территории области к концу перми сформировался горный рельеф.



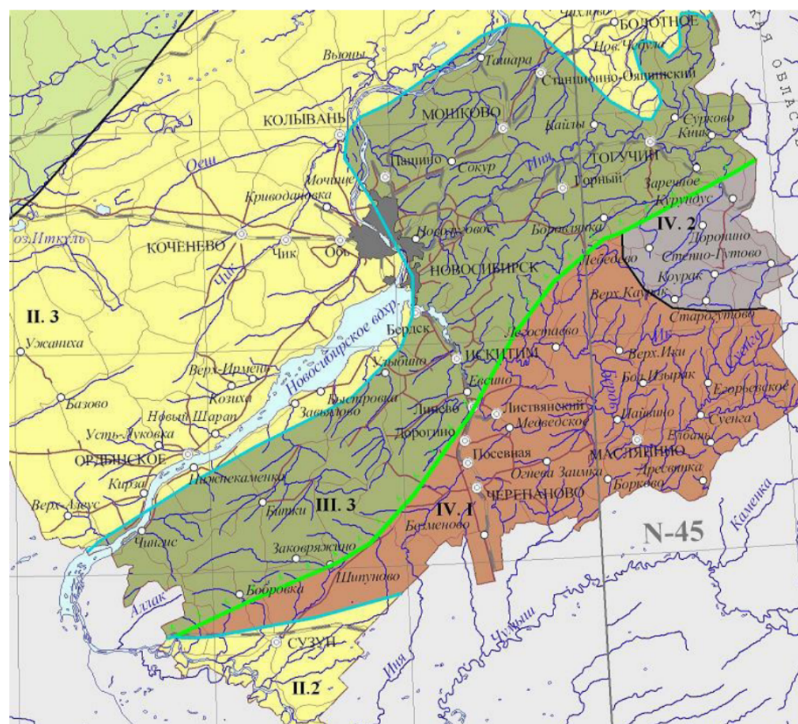


Рисунок 1.4 – Тектоническая схема северо-западной части Алтае-Саянской складчатой области и южной части Томь-Колыванской складчатой зоны [15]

II. 2 – Кулундинская (подняtie); II. 3 – Нижнетомская (подняtie); III. 3 – Томь-Колыванская (чешуйчатый антиклинорий); IV. 1 – Салаирская (чешуйчатый антиклинорий); IV. 2 – Кузнецкая (прогиб).

*Мезозойская эра.*

В начале мезозоя интенсивность поднятий уменьшается, продолжается разрушение и выравнивание возникшего ранее горного рельефа. Западная часть области с юрского времени испытывает периодические тектонические опускания и поднятия. В процессе опускания территория затапливается морскими водами, и происходит накопление морских осадочных пород.

Сильная трансгрессия проявлялась в период мела – нижнего палеогена. Первичные неровности рельефа складчатого фундамента оказались перекрытыми толщей горизонтально залегающих песчано-глинистых отложений.

В восточной части области преобладали процессы поднятия. Территория не покрывалась морскими водами. Здесь происходило разрушение горных пород и их снос в пониженную западную часть.

### *Кайнозойская эра.*

В конце палеогена вся поверхность области испытывает поднятие, и западная ее часть также освобождается от морских вод. На освободившейся территории формируется древняя речная сеть, происходит размыв и перенос горных пород из восточной части области и прилегающих районов Алтая на запад.

В неоген-четвертичное время западная часть области вновь вовлекается в погружение. Особенно интенсивно оно происходит в районе озера Чаны. Общее опускание за это время достигает 100 метров. Здесь вновь происходит накопление рыхлых песчано-глинистых отложений рек, крупных озер.

В это же время восточная часть продолжает испытывать поднятие. В районе Салаирского кряжа оно достигает 500 метров.

В четвертичное время существенное влияние на рельеф области оказали оледенения Западной Сибири и Алтая. Ледника на территории области не было, однако в периоды таяния ледников в соседних горных районах Алтая увеличивалась мощность водных потоков, усиливался вынос горных пород и их накопление на равнинах области. Следы эти мощных водных потоков сохранились в виде крупных долин древнего стока, где находятся современные реки (Каргат, Чулым, Карасук и др.) либо линейно вытянутые болота и цепочки озер.

Геологические события второй половины четвертичного периода особенно сильно повлияли на современный рельеф области. В это время происходит заметное поднятие Приобской части, возникает долина реки Обь, формируется новая речная сеть: участок Обь перехватывает реки, текущие с Салаирского кряжа, создается новый водораздел в левобережной части Оби.

В западной части области в результате преобладающих процессов опускания и мощного накопления морских, речных и озерных отложений в мезозое и кайнозое формируется низменный плоский или пологоволнистый рельеф платформенных равнин с глубоким залеганием фундамента.

В восточной части мощность осадочного чехла остается незначительной, породы фундамента нередко обнажаются в речных долинах. Вследствие медленного длительного поднятия здесь преобладают возвышенные волнистые и холмистые платформенные равнины.

На крайнем востоке формируется рельеф складчато-глыбовых низких гор, представленных Салаирским кряжем (рисунок 1.4) [2].

### 1.3.3 Неотектоника

В строении неотектонической области района работ принимают участие одна структура первого порядка – Колывань-Томский район.

Колывань-Томский район большей частью отвечает структурам горно-складчатого обрамления Западно-Сибирской плиты (одноименная и Алтае-Салаирская складчатые системы), отличается дифференцированным характером неотектонических движений, колебаниями амплитуд от отрицательных (–29 м в Сузунской мульде) до положительных (более 150 м) значений. Максимальные поднятия приурочены к северо-восточной части района с широким развитием гранитоидных интрузивов позднепалеозойско-раннемезозойского возраста.

В составе района выделено семь структур второго порядка, отличающихся характером и интенсивностью неотектонических движений.

Колыванский выступ приурочен к северо-восточной части района, характеризуется широким развитием позднепалеозойско-раннемезозойских гранитоидных интрузий и базитовых даек раннего–среднего триаса, выделяется среди окружающих его структур высокими значениями амплитуд новейших движений (до 150 м и более). Повышенная неотектоническая активность структуры рассматривается в качестве унаследованной раннемезозойских тектоно-магматических событий.

Верхнебурлинское и Ордынское валообразное поднятия расположены на крайнем западе Колывань-Томской системы в верховьях рек Карасук и Бурла, охватывают коленообразный изгиб р. Обь в районе Камня-на-Оби, в качестве положительных морфоструктур фиксируются в рельефе дочетвертичных отложений. Поднятия ограничены тектоническими нарушениями, приподняты над смежными депрессиями более чем на 50 м, при абсолютных положительных амплитудах – до 50 м. Их продолжением в западном направлении является Бурлинская гряда в Кулундинско-Барабинской впадине.

Верхнекарасукская ложбина разделяет Верхнебурлинское и Ордынское поднятия, характеризуется небольшими абсолютными амплитудами опускания. Ее контрастность усилена активным подъемом окружающих поднятий в неотектонический этап.

Сузунская мульда выделена впервые, занимает центральное положение в Колывань-Томском районе, оконтурена на основе анализа мощностей четвертичных отложений, современных вертикальных скоростей земной поверхности и плотностных характеристик развития гидросети. В ее пределах отсутствуют палеогеновые отложения, а в южной и северной частях выделяются две локальные, изометричные депрессии с

мощным (более 100 м) чехлом средне-верхнечетвертичных отложений. К ним приурочены синклинальные складки в палеозойских отложениях (Ордынская и Федюнинская синклинали) и Бобровская впадина, выполненная юрскими отложениями. В центре мульды намечается слабое поднятие, которому отвечают Караканское и Лушниковская антиклинальные структуры в девонских образованиях.

На границе мульды с Колыванским выступом располагается г. Новосибирск. Граница фиксируется градиентной зоной новейших амплитуд, широким развитием нарушений и тем самым представляет собой область повышенной неотектонической и сейсмической активности.

Бердь-Чумышское поднятие приурочено к границе структур Колывань-Томской складчатой системы герцинид и Алтае-Салаирской системы каледонид, представляет собой купольную морфоструктуру в рельефе дочетвертичных образований. Палеогеновые отложения отсутствуют. Суммарные положительные амплитуды неотектонических движений составляют более 70 м, относительные превышения над Сузунской мульдой – более 100 м.

Разломы северо-восточного простирания отражают тектоническую активизацию преобладающей системы нарушений, заложенной в карбоне на коллизионном этапе и подновлявшейся на протяжении мезозоя. Разломы северо-западной ориентировки также связаны с активизацией раннемезозойских нарушений и зон растяжения, контролирующих распределение базитовых даек ташаринского габбро-долеритового комплекса.

Нижнесузунская ступень занимает долину р. Обь в субширотном интервале между коленными изгибами, приурочена к границе Колывань-Томского района с Иня-Алейским сводовым поднятием и Кулундинско-Барабинской впадиной, является переходной зоной между неотектоническими структурами Западно-Сибирской и Алтае-Саянской областей. Здесь наблюдается выклинивание палеогеновых отложений, смена структурных планов по опорным горизонтам кайнозоя, затухание линейно-грядовых форм рельефа, широко представленных в пределах Кулундинско-Барабинской впадины и еще прослеживающихся на территории Нижнесузунской ступени.

Преобладают слабые восходящие движения, суммарные амплитуды которых колеблются от нулевых значений до первых десятков метров [9].

В 1965 и 1990 гг. на Томь-Колыванском выступе отмечены небольшие землетрясения силой 2-3 балла: первое землетрясение с эпицентром у Камня-на-Оби, второе – у озера Зайсан [1, 2].

### **1.3.4 Геоморфология**

В геоморфологическом отношении район расположен в пределах левобережного Приобского плато, сложенного в основном отложениями краснодубровской свиты. Основной особенностью является интенсивное эрозионное расчленение вызванное активизацией неотектонических движений в позднечетвертичное современное время. В пределах Приобского плато сочетаются более мелкие морфоструктуры: возвышенные плоские водоразделы первичной аккумулятивной равнины, плоские склоны водоразделов и интенсивно расчлененные крутые склоны водоразделов. Основные формы рельефа в районе сложены рыхлыми отложениями, которые характеризуются легкой размываемостью и податливостью к переработке различными агентами денудации. Это и обусловило мягкие очертания эрозионных форм рельефа [2].

### **1.4 Гидрогеологические условия**

Характеризуемая территория по гидрогеологическим условиям относится к зоне сочленения Западно-Сибирского артезианского бассейна (I) в его краевой юго-восточной части (Верхнеобский бассейн) с Саяно-Алтайской складчатой гидрогеологической областью (II), являющейся сложной гидрогеологической провинцией, в которой выделяются два крупных гидрогеологических района, сопряженных с разновозрастными тектоническими структурами – это Колывань-Томский (III1) и Салаирский (III2) В пределах изученной территории в гидрогеологическом строении выделяется ряд водоносных горизонтов, зон трещиноватости и разделяющих их водоупорных толщ палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений, имеющих региональное распространение на территории Верхнеобского бассейна. Однако, близкое залегание палеозойского фундамента (16-202 м), его повышение с удалением от р. Оби в сторону Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны, где он местами выходит на поверхность, обуславливает их выклинивание.

В связи с таким строением в пределах характеризуемой территории выделяются два водоносных комплекса – мезозойско-кайнозойских отложений и зон трещиноватости домезозойских образований.

Первый из них связан в основном с покровным кайнозойским чехлом, мощность которого колеблется, достигая на отдельных участках 50 и 150 м и объединяет грунтовые и слабонапорные, иногда спорадически распространенные воды преимущественно четвертичных отложений. С локальными депрессиями палеозойского фундамента на юго-западе территории связан водоносный горизонт юрских отложений. Питание подземных вод первых от поверхности водоносных отложений происходит за счет инфильтрации

атмосферных осадков и таяния снега. Нижезалегающие подземные воды неогеновых отложений питаются за счет фильтрации грунтовых вод через разделяющие глинистые слои и «гидрогеологические окна». Областью разгрузки подземных вод является долина р. Оби и ее притоков.

Ниже залегает водоносный комплекс, приуроченный к зоне трещиноватости в различной степени метаморфизованных и дислоцированных пород разного состава и возраста. Он содержит напорные и слабонапорные воды. Подземные воды верхней трещиноватой зоны палеозойских отложений питаются как за счет вертикальной фильтрации, так и за счет подтока с юго-восточных соседних областей Салаирского кряжа. На площади съемочных работ области их разгрузки не установлены. Оба водоносных комплекса местами гидравлически связаны между собой, местами разделены глинистыми породами коры выветривания палеозойских пород или неогеновыми глинами. Мощность водоупорных глин на отдельных участках достигает 100 м.

*Водоносный комплекс мезозойско-кайнозойских отложений.* Этот сложно построенный водоносный комплекс объединяет подземные водоносные горизонты коллювиальных и делювиальных накоплений голоцена, спорадически распространенных вод субаэральных и субаквальных отложений эоплейстоцена – верхнего неоплейстоцена, горизонты в отложениях пойменной и надпойменных террас в долине р. Берди и в долинах малых рек и водоносный горизонт юрских отложений. Слабо водоносный горизонт коллювиальных и делювиальных накоплений голоцена распространен на ограниченных площадях и является спорадически обводненным. Мощность делювиальных отложений достигает 5 метров, глубина залегания грунтовых вод зафиксирована на отметках от 2 до 5 метров. Состав вод гидрокарбонатный кальциево-натриевый, минерализация составляет 0.3-0.5 г/л. Вследствие низкого водонасыщения горизонта эти воды практического значения не имеют. Состав вод гидрокарбонатный, кальциевый и натриевый. Минерализация составляет 0.3–0.5 г/л. Водоносный горизонт субаэральных и субаквальных отложений, представленный отложениями обь-чумышской серии эоплейстоцена – верхнего неоплейстоцена пользуется широким распространением в южной половине площади работ. Мощность водовмещающих песков колеблется от первых метров до нескольких десятков метров. Глубина залегания грунтовых вод зависит от рельефа местности и варьирует от 20-40 метров на водоразделах до первых метров в долинах рек. Общее снижение гидростатической поверхности наблюдается с севера на юг. Водообильность горизонта различная, дебиты в скважинах изменяются от 0.1 до 6.6 л/сек. Воды горизонта в основном пресные с минерализацией до 1 г/л, чаще 0.3-0.5 г/л. По составу воды гидрокарбонатные кальциево-натриевые и гидрокарбонатные кальциево-

магниевого. Жесткость изменяется от 4 до 27.2 мг-экв., чаще 5-8 мг-экв. Питание водоносного горизонта происходит, главным образом, за счет инфильтрации атмосферных осадков. Водоносный горизонт используется для водоснабжения населенных пунктов.

*Водоупорные породы.* Глинистые продукты коры выветривания палеозойских пород и неогеновые отложения глин евсинской свиты, являющиеся продуктом переотложения кор выветривания, служат региональным водоупором, разделяющим водоносный комплекс неоген-четвертичных отложений и водоносный комплекс зон трещиноватости. По площади водоупорная толща распространена неравномерно. Более или менее выдержанная глинистая водоупорная толща сохранилась на севере и на юге площади, в местах погружения палеозойского фундамента. В центральной приподнятой части площади глинистая толща сохранилась на небольших разобщенных участках, в мелких депрессиях палеозойского фундамента и в останцах размыва. В долинах рек Оби, Берди, Ини, а также в долинах их крупных притоков эти отложения почти полностью размыты. Суммарная мощность водоупорных глин в отдельных замкнутых депрессиях достигает 130 м. На большей части площади распространения она составляет 20-40 м.

*Водоносный комплекс зон трещиноватости.* Приурочен к породам палеозойского фундамента. Он представляет собой гидравлически связанные воды зон трещиноватости различных по составу палеозойских пород, интенсивно трещиноватых и выветрелых в верхней части разреза. Это по существу единый водоносный горизонт. На площади выходы на дневную поверхность нижнего водоносного комплекса пользуются очень ограниченным распространением, поскольку перекрыты образованиями, слагающими верхний водоносный комплекс неоген-четвертичных отложений. Литологические особенности, характер трещиноватости различных пород позволяют дифференцированно рассматривать воды зон трещиноватости. В кровле трещиноватых палеозойских образований, очень часто залегают водоупорные осадочные глины неогена или глины коры химического выветривания [2].

## **1.5 Геологические процессы и явления**

Интенсивно протекают процессы преобразования рельефа под действием внешних сил, в первую очередь – водной и ветровой эрозий.

Поток воды при скорости 0.3 м/с может переносить частицы грунта диаметром 0.25 мм, при скорости потока 1 м/с – 2-3 мм. При скорости 2 м/с переносятся не только частицы глины и песка, но и галька размером до 10 см. Интенсивная водная эрозия отмечается на поверхности третьей приподнятой ступени рельефа. Она приводит к образованию промоин, рытвин, оврагов и смыву  $10 \text{ м}^3$ , а на некоторых участках до 50-60

м<sup>3</sup> с гектара. Общая площадь смытых почв в области составляет 305 тыс.га, а ежегодный смыв – примерно 4500 тыс. т. Для компенсации смытого гумуса и питательных веществ требуется внесение не менее 300 тыс.т перегноя и 22.5 тыс.т минеральных удобрений.

Общая площадь земель, занятых оврагами – 2.0 тыс. га. Сильнее всего поражены оврагами территории Новосибирского, Черепановского, Искитимского и Сузунского районов. В 1965 г. только в Новосибирске насчитывалось 220 оврагов и 125 отвершков. Их общая протяженность достигала 58.6 км, а суммарная площадь – 147.6 га. В настоящее время часть этих оврагов замыта песком или заполнена строительным мусором.

Рыхлые породы, слагающие поверхность области, подвергаются воздействию ветровой эрозии. При скорости ветра до 6.5 м/с поднимаются в воздух и переносят частицы почвы, грунтов диаметром до 0.25 мм. При скорости ветра 10 м/с переносятся по воздуху и перекатываются по земле частицы диаметром до 1 мм. Штормовой ветер (20 м/с) увлекает частицы размером до 4 мм. Действие ветровой эрозии можно наблюдать на оголенной почве во всех районах области, однако наиболее интенсивна она на юге лесостепи и в степных районах. Суммарная площадь земель, особенно подверженных ветровой эрозии, составляет около 200 тыс. га. Общая площадь эрозионно опасных земель в области превышает 1300 тыс. га.

В настоящее время продолжают также процессы образования блюдцеобразных понижений. Их формирование связано с действием воды на лессовидные суглинки. Этот вид горных пород имеет своеобразную структуру, которая определяет их рыхлое строение. При намокании структура этих пород нарушается, происходит процесс их самоуплотнения, усиливающийся благодаря растворению карбонатов, которыми богаты лессовидные суглинки.

За счет выноса минеральной части и самоуплотнения при увлажнении происходит проседание грунта и образование многочисленных овальных понижений – блюдц. Образование просадочных западин отмечается во всех природных зонах области.

В северных районах области, в зоне избыточного увлажнения, где осадков выпадает больше, чем может испариться, интенсивных форм рельефа, например накопление торфа. Интенсивность торфонакопления в разных условиях неодинакова. В центральных, наиболее увлажненных частях плоских водоразделов среднегодовой прирост торфа составляет 0.2-0.3 мм. По окраинам болот на залесенных участках и на верховых болотах интенсивность торфонакопления возрастает до 0.5 мм и более.

В настоящее время интенсивно протекают процессы переработки берегов в речных долинах. С деятельностью талых вод связано разрушение берегов и образование эрозионных уступов (яров), переотложение горных пород и образование пляжей,



островов, кос и пр. Наиболее сильно такой переработке подвергаются берега крупных рек – Оби, Берди, Ини, Тары, Оми. Особенно велики разрушения берегов Новосибирского водохранилища.

Кроме того, на территории области наблюдаются процессы зарастания озерных котловин и выравнивания блюдцеобразных понижений за счет накопления горных пород. На Салаирском кряже также происходят карстовые процессы.

Существенное влияние на современное рельефообразование оказывает деятельность человека, способствующая усилению или ослаблению естественных процессов. Например, вырубка лесов, неумеренный выпас скота, вспашка полей вдоль склонов в восточной части области приводят к усилению смыва горных пород, образованию овражной деятельности.

Кроме того, в процессе хозяйственной деятельности возникают новые формы рельефа. В восточных районах, где развита горнодобывающая промышленность, появляются шахты, отвалы, карьеры, впадины; в городах – шлаковые отвалы промышленных предприятий, отвалы строительного и бытового мусора; по всей территории области встречаются формы рельефа, связанные с работой транспорта, – насыпи, выемки, аэродромы, пристани. На мелких реках созданы многочисленные плотины, дамбы. В заболоченных районах Барабы проложены сотни километров осушительных каналов.

Просадочные явления весьма характерны для описываемого района. Существенным уплотнением при замачивании под действием внешней нагрузки или только собственного веса обладают лессовидные суглинки и супеси, слагающие покровные отложения и верхние части разреза краснодубровской свиты [2].

## **1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района**

В пределах Приобского плато основными фактором инженерно-геологических условий, которое осложняет строительство и эксплуатацию зданий и сооружений является развитие в верхние части разреза лессовидных грунтов, как правило, просадочных, иногда набухающих, податливых к воздействию денудационных агентов, что может приводить к оврагообразованию. Благоприятным условием для строительства является отсутствие на большей части плато расположенных близко к поверхности грунтовых вод.

В пределах террас р. Обь основным фактором инженерно-геологических условий, который осложняет строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, является наличие грунтовых вод. Здесь развиты суглинки от мягкопластичной до текучей консистенции, супеси текучей консистенции. Модуль деформации этих грунтов

изменяется от 2 до 10 МПа, в результате чего могут происходить значительные осадки. Благоприятным условием для строительства является наличие в нижней части песков, которые могут быть несущими грунтами при свайном типе фундамента. Это позволяет строить высотные здания и сооружения.

На территории города Новосибирска большое распространение имеют техногенные грунты с включениями строительного мусора, не рекомендуемые в качестве основания из-за неоднородного состава и сложения. На Приобском плато они оказывают неблагоприятное воздействие в развитии оврагообразования. Техногенный грунт не является пучинистым в районе террас р. Обь, так как, как правило, залегает выше уровня грунтовых вод, также он обладает большим коэффициентом фильтрации, чем у природных грунтов. Это обусловлено наличием в составе включений строительного мусора, что позволяет техногенному грунту сохранять среднюю степень водонасыщения [2].

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

### **2.1 Рельеф участка**

Отметки поверхности колеблются в пределах от 139.95 до 146.20 м (по устьям скважин). Рельеф площадки полого-наклонный, естественный, с уклоном в юго-восточном направлении [88].

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

В геологическом строении участка на вскрытую глубину участвуют нижне-среднечетвертичные субаэральные отложения краснодубровской свиты ( $Q_{I-II}krd$ ), представленные суглинками, перекрытые с поверхности почвенно-растительным слоем ( $Q_{IV}$ ) [88].

Непосредственно под почвенно-растительным слоем залегают толщи легких суглинков, с характерным для краснодубровской свиты переслаиванием просадочных и непросадочных толщ.

Под легкими суглинками залегают более тяжелые грунты, постепенно повышающие свою влажность до вскрытой изысканиями 2016 г. глубины в 17.0 м.

### **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)**

По результатам инженерно-геологических изысканий, в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [31], в толще вскрытых отложений (до глубины 10.0 м) на основании анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов и с учетом особенностей геолого-литологического строения в разрезе предварительно выделено 3 ИГЭ и 1 слой.

В основу выделения ИГЭ для целей строительства положены литологический состав и физико-механические свойства грунтов. Условия залегания ИГЭ показаны на инженерно-геологическом разрезе по линии IX-IX (Графическое приложение 2).

Предварительно выделены следующие слои и ИГЭ:

Слой-1 ( $Q_{IV}$ ). Почвенно-растительный слой, мощностью 0.3-0.5 м.

ИГЭ-1 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, легкий, твердый, сильнопросадочный, средненабухающий, непучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого, вскрытой мощностью 0.9-4.5 м.

ИГЭ-2 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины, вскрытой мощностью 0.5-8.8 м. Слой вскрыт с дневной поверхности, наблюдается переслаивание с просадочными грунтами ИГЭ-1.

ИГЭ-3 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый, слабопучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка легкого и глины, вскрытой мощностью 0.7-8.5 м [88].

### **ИГЭ-1.**

В гранулометрическом составе суглинка содержание песчаной фракции составляет 11%, пылевой фракции 73%, глинистой 16% – грунт пылеватый.

Число пластичности суглинка 0.07-0.11 – легкий, при влажности на границе текучести 0.25-0.36, на границе раскатывания 0.16-0.22, с прослоями суглинка тяжелого с числом пластичности 0.12-0.14.

Природная влажность изменяется в пределах 0.077-0.205. По коэффициенту водонасыщения 0.44 суглинок малой степени водонасыщения, по показателю текучести  $<0$  – твердый.

Плотность грунта колеблется в пределах 1.54-1.86 г/см<sup>3</sup> (плотность сухого грунта 1.48 г/см<sup>3</sup>), пористость 45.39%, коэффициент пористости 0.831.

По относительной деформации просадочности, равной 0.010-0.075 при нагрузке 0.3 МПа, грунт среднепросадочный, тип просадочности - I. Начальное просадочное давление – 0.03-0.27 МПа.

Грунт средненабухающий – относительная деформация набухания без нагрузки составляет 0.010-0.110 д.е.

Грунт незасоленный – степень засоленности грунтов составляет 0.156%.

Грунт с примесью органического вещества. По результатам определений относительное содержание органических веществ составляет 0.035-0.057 д.е.

При полном водонасыщении грунта суглинок приобретет текучие свойства с показателем текучести  $>1$ , плотностью  $1.94 \text{ г/см}^3$ .

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности равен  $5.2 \text{ МПа}$  (изменения составляют  $2.8-7.2 \text{ МПа}$ ).

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний в водонасыщенном состоянии равен  $3.3 \text{ МПа}$  (изменения составляют  $1.5-4.8 \text{ МПа}$ ).

По данным одноплоскостного среза в водонасыщенном состоянии без предварительного уплотнения угол внутреннего трения колеблется в пределах  $15.4-22.4$  град., нормативное значение  $18.6$  град., удельное сцепление колеблется в пределах  $3.3-8.3 \text{ кПа}$ , нормативное значение  $5.1 \text{ кПа}$ .

Удельное сопротивление конусу зонда равно  $13.39 \text{ МПа}$ .

## **ИГЭ-2.**

В гранулометрическом составе суглинка содержание песчаной фракции составляет  $11\%$ , пылеватой фракции  $73\%$ , глинистой  $16\%$  – грунт пылеватый.

Число пластичности суглинка  $0.08-0.11$  – легкий, при влажности на границе текучести  $0.25-0.38$ , на границе раскатывания  $0.16-0.23$ , с прослоями суглинка тяжелого с числом пластичности  $0.12-0.16$  и глины легкой с числом пластичности  $0.17-0.19$ .

Природная влажность изменяется в пределах  $0.105-0.200$ . По коэффициенту водонасыщения  $0.59$  суглинок средней степени водонасыщения, по показателю текучести  $>0$  – твердый.

Плотность грунта колеблется в пределах  $1.51-2.06 \text{ г/см}^3$  (плотность сухого грунта  $1.60 \text{ г/см}^3$ ), пористость  $40.96\%$ , коэффициент пористости  $0.694$ .

По относительной деформации просадочности, равной  $0.000-0.009$  при нагрузке  $0.3 \text{ МПа}$ , грунт непросадочный.

Грунт незасоленный – степень засоленности грунтов составляет  $0.141-0.166\%$ .

Грунт с примесью органического вещества. По результатам определений относительное содержание органических веществ составляет  $0.057-0.089 \text{ д.е.}$

При полном водонасыщении грунта суглинок приобретет текучепластичные свойства с показателем текучести  $0.73$ , плотностью  $2.02 \text{ г/см}^3$ .

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности равен  $7.6 \text{ МПа}$  (изменения составляют  $3.4-11.8 \text{ МПа}$ ).

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний в водонасыщенном состоянии равен 6.9 МПа (изменения составляют 3.3-10.9 МПа).

По данным одноплоскостного среза в естественном состоянии с предварительным уплотнением угол внутреннего трения колеблется в пределах 19.0-35.9 град., нормативное значение 29.8 град., удельное сцепление колеблется в пределах 6.7-36.7 кПа, нормативное значение 20.8 кПа.

По данным одноплоскостного среза в водонасыщенном состоянии без предварительного уплотнения угол внутреннего трения колеблется в пределах 15.4-24.2 град., нормативное значение 21.5 град., удельное сцепление колеблется в пределах 6.7-15.0 кПа, нормативное значение 8.1 кПа.

Удельное сопротивление конусу зонда равно 13.34 МПа.

### **ИГЭ-3.**

Число пластичности суглинка 0.12-0.16 – тяжелый, при влажности на границе текучести 0.25-0.37, на границе раскатывания 0.16-0.23, с прослоями суглинка легкого с числом пластичности 0.08-0.11 и глины легкой с числом пластичности 0.17.

Природная влажность изменяется в пределах 0.170-0.313. По коэффициенту водонасыщения 0.80 суглинок насыщенный водой, по показателю текучести 0.22 – полутвердый.

Плотность грунта колеблется в пределах 1.74-2.01 г/см<sup>3</sup> (плотность сухого грунта 1.59 г/см<sup>3</sup>), пористость 41.54%, коэффициент пористости 0.711.

Грунт незасоленный – степень засоленности грунтов составляет 0.162%.

Грунт с примесью органического вещества. По результатам определений относительное содержание органических веществ составляет 0.048-0.070 д.е. (прил. 4).

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности равен 5.2 МПа (изменения составляют 2.2-9.7 МПа).

По данным одноплоскостного среза в естественном состоянии с предварительным уплотнением угол внутреннего трения колеблется в пределах 18.0-29.9 град., нормативное значение 24.3 град., удельное сцепление колеблется в пределах 7.5-30.0 кПа, нормативное значение 21.4 кПа.

Удельное сопротивление конусу зонда равно 9.83 МПа [88].

### 2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012 [27] исследуемую толщу грунтов предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности в соответствии с ГОСТ 25100-2011 [31], а также сведений об объекте строительства.

В разрезе предварительно выделено 3 инженерно-геологических элемента:

ИГЭ-1 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок легкий, твердый, сильнопросадочный.

ИГЭ-2 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок легкий, твердый, непросадочный.

ИГЭ-3 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок тяжелый, полутвердый.

Для изучения характера изменчивости свойств грунтов, в пределах выделенного ИГЭ, для глинистых грунтов используются следующие показатели:

- естественная влажность;
- характеристики пластичности (влажность на границах текучести и раскатывания и число пластичности);

По полученным ранее в ходе изысканий на прилегающем участке лабораторным данным характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют согласно ГОСТ 20522-2012[27] с целью установления и исключения значений, резко отличающихся от большинства значений, возможно вызванных ошибками в лабораторных опытах или принадлежащие другим ИГЭ.

Графики изменчивости значений физических свойств по глубине для предварительно выделенных ИГЭ представлены на рисунках 2.1-2.3.

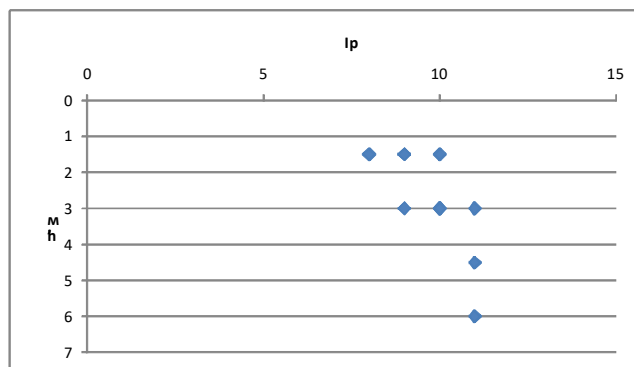
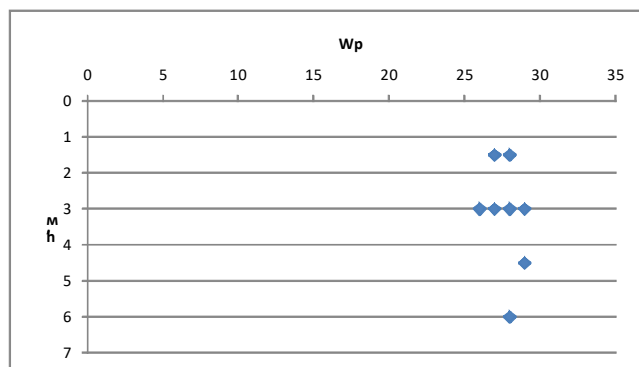
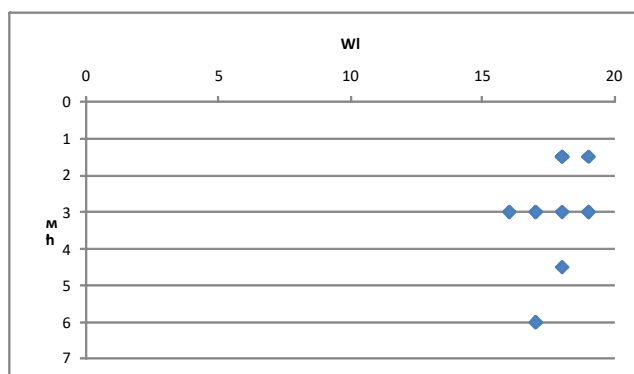
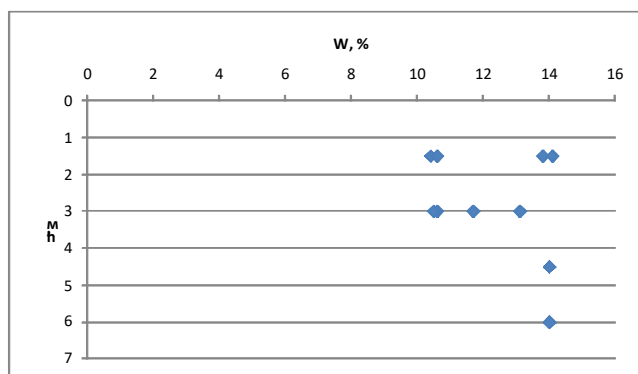


Рисунок 2.1 – Графики изменчивости физических свойств ИГЭ-1 по глубине [88]

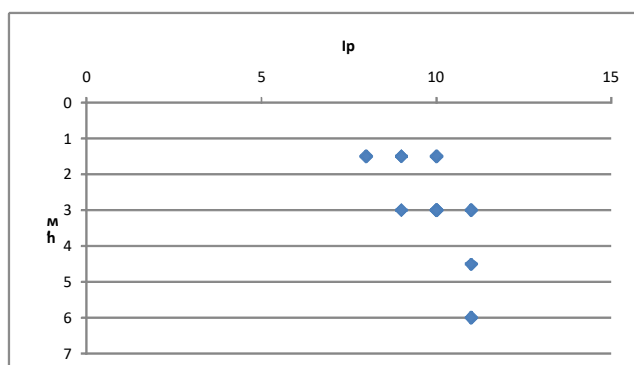
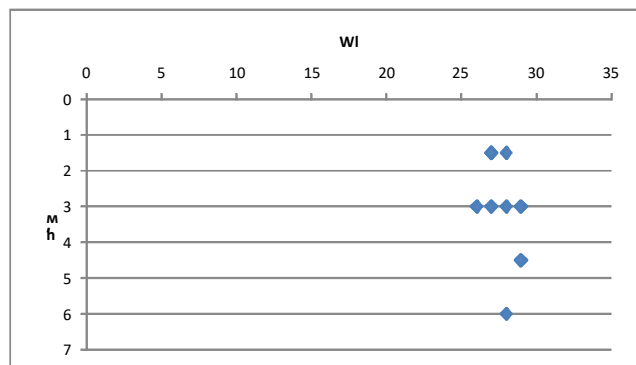
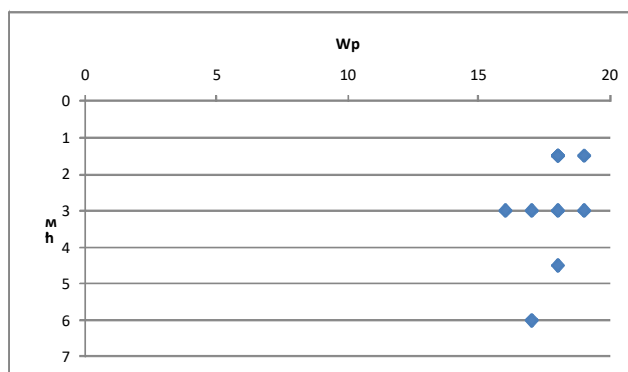
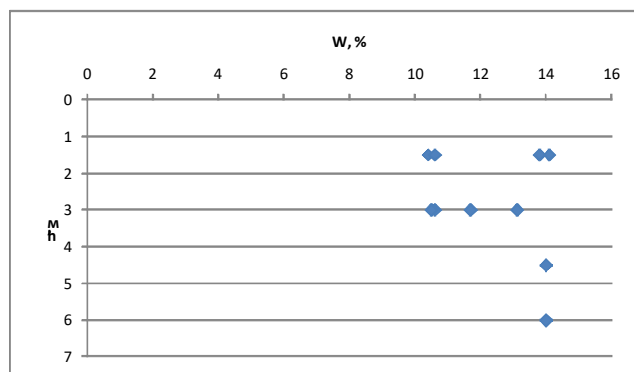


Рисунок 2.2 – Графики изменчивости физических свойств ИГЭ-2 по глубине [88]



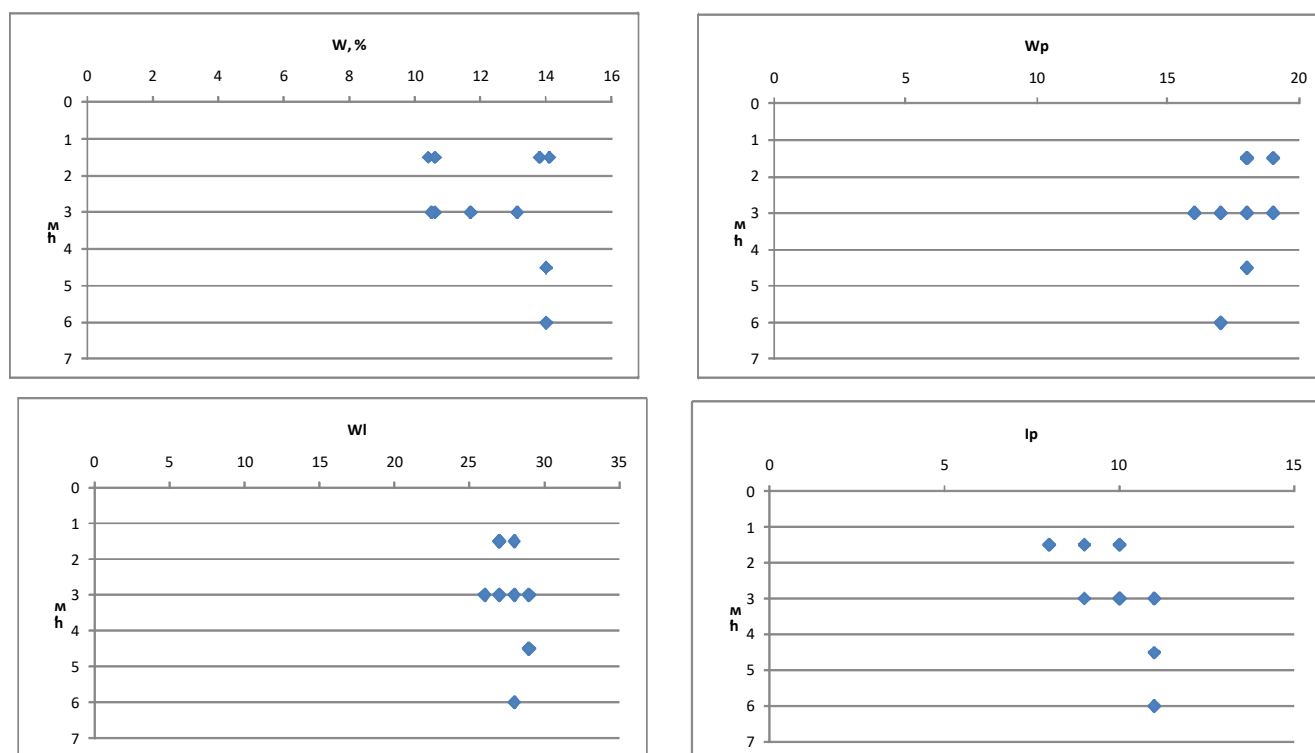


Рисунок 2.3 – Графики изменчивости физических свойств ИГЭ-3 по глубине [88]

Анализируя полученные графики, можно сделать вывод, что физико-механические характеристики предварительно выделенных ИГЭ изменяются незакономерно, разброс значений минимальный.

О необходимости дополнительного разделения ИГЭ также можно судить по выполнению следующего условия:

$$V < V_{дон}, \quad (1)$$

где  $V$  – коэффициент вариации исследуемой характеристики;

$V_{дон}$  – допустимое значение коэффициента вариации, принимаемо равным для физических характеристик 0.15, для механических характеристик и для параметров зондирования – 0.30.

Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, требуется дальнейшее разделение ИГЭ до выполнения условия (1).

Расчет коэффициента вариации производится по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n}, \quad (2)$$

где  $X_n$  – нормативное значение физической или механической характеристики грунта, принимаемое равным ее среднеарифметическому значению;

$S$  – среднее квадратическое отклонение характеристики, вычисляемое по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}, \quad (3)$$

$X_i$  – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных  $i$ -х опытов;

$n$  – число определений характеристик [27].

В таблицах 2.1-2.3 приведены статистические характеристики для предварительно выделенных ИГЭ по природной влажности, влажности на границе текучести, влажности на границе раскатывания и числу пластичности.

Таблица 2.1 - Статистические характеристики ИГЭ-1

|       | Природная<br>влажность $W$ , % | Влажность на<br>границе текучести<br>$W_L$ , % | Влажность на<br>границе<br>раскатывания $W_P$ ,<br>% | Число<br>пластичности $I_P$ , % |
|-------|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| $X_n$ | 0.123                          | 0.28                                           | 0.18                                                 | 0.10                            |
| $S$   | 1.66                           | 0.97                                           | 0.92                                                 | 1.03                            |
| $V$   | 0.14                           | 0.04                                           | 0.05                                                 | 0.11                            |

Таблица 2.2 - Статистические характеристики ИГЭ-2

|       | Природная<br>влажность $W$ , % | Влажность на<br>границе текучести<br>$W_L$ , % | Влажность на<br>границе<br>раскатывания $W_P$ ,<br>% | Число<br>пластичности $I_P$ , % |
|-------|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| $X_n$ | 0.140                          | 0.29                                           | 0.18                                                 | 0.11                            |
| $S$   | 1.98                           | 1.70                                           | 1.58                                                 | 1.26                            |
| $V$   | 0.14                           | 0.06                                           | 0.06                                                 | 0.12                            |

Таблица 2.3 - Статистические характеристики ИГЭ-3

|       | Природная<br>влажность $W$ , % | Влажность на<br>границе текучести<br>$W_L$ , % | Влажность на<br>границе<br>раскатывания $W_P$ ,<br>% | Число<br>пластичности $I_P$ , % |
|-------|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| $X_n$ | 0.193                          | 0.33                                           | 0.19                                                 | 0.14                            |
| $S$   | 1.78                           | 2.10                                           | 1.65                                                 | 1.93                            |
| $V$   | 0.09                           | 0.06                                           | 0.09                                                 | 0.14                            |

Рассмотрев таблицы 2.1-2.3, можно сделать вывод, что коэффициент вариации не превышает 0.15 для физических показателей, классифицирующие глинистые грунты. Следовательно, дополнительного разделения не потребуется.

Таким образом, выделен 1 слой и 3 ИГЭ, классифицирующиеся по ГОСТ 25100-2011[31] как:

ИГЭ-1 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, легкий, твердый, сильнопросадочный, средненабухающий, непучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого.

ИГЭ-2 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины.

ИГЭ-3 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый, слабопучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка легкого и глины.

### 2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Статистическая обработка физических и механических характеристик грунтов проводится для вычисления их нормативных значений, необходимых для проектирования сооружения. Нормативное значение  $X_n$  всех физических (влажности, плотности, пластичности и т. п.) и механических характеристик грунтов (модуля деформации, угла внутреннего трения, удельного сцепления и т. п.) принимают равным среднеарифметическому значению  $X$  и вычисляют по формуле:

$$X_n = X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (4)$$

где  $n$  – число определений характеристики;  $X_i$  – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных  $i$ -ых опытов. Определение нормативных и расчетных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012[27] методом статистической обработки частных значений характеристик.

Сводная инженерно-геологическая колонка с нормативными и расчетными значениями показателей физико-механических свойств грунтов представлены в графическом приложении 3.

## 2.4 Гидрогеологические условия

При проведении на участке буровых работ на глубину до 17.0 м водоносные горизонты не вскрыты [88].

## 2.5 Геологические процессы и явления на участке

Согласно СП 11-105-97, Часть II [29], из опасных геологических процессов на исследуемом участке следует отметить просадочность грунтов.

Согласно СНиП 22-01-95 [70], категория опасности процесса просадочности на участке – весьма опасная.

Согласно карте общего сейсмического районирования (ОСР – 2015) территории РФ сейсмичность в г. Новосибирск составляет по карте А – 6 баллов, по карте В – 6 баллов шкалы MSK-64, согласно СП 14.13330.2014 [22], категория грунтов по сейсмическим свойствам – II. По сейсмичности территория относится к опасной.

## 2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Категория сложности инженерно-геологических условий устанавливается по совокупности факторов (СП 47.13330.2012, приложение А) [23]. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

- По геоморфологическим условиям площадка (участок) работ относится ко I категории сложности (простая сложность), так как располагается в пределах одного геоморфологического элемента, поверхность слабонаклонная, нерасчлененная.

- Геологические условия - в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – II категории сложности (средняя сложность). В предполагаемой сфере взаимодействия сооружений с геологической средой выделяется не более четырех литологических слоев.

- По гидрогеологическим условиям в сфере взаимодействия сооружений с геологической средой участок относится ко I категории сложности (простая сложность) – грунтовые воды не вскрыты.

- Опасные геологические и инженерно-геологические процессы – имеют ограниченное распространение, не оказывают существенного влияния на проектные решения. Категория сложности II (средняя сложность).

- Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – имеют ограниченное распространение или не оказывают существенного влияния на проектные решения. Категория сложности II (средняя сложность).

- Природно-технические условия производства работ – хорошие условия для проходимости техники, развитая инфраструктура близлежащего г. Новосибирск. Категория сложности I (простая сложность).

По совокупности факторов категория сложности участка работ оценивается как средняя (II категория) (СП 47.13330.2012) [23].

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

При строительстве возможно проявление следующих неблагоприятных геологических процессов, которые могут осложнить строительство и эксплуатацию объекта и которые необходимо учесть:

- *просадочность грунтов*. Просадочные грунты как правило приурочены к верхней части разреза, встречаются просадочные линзы и блюдца малой мощности. В связи с отсутствием на площадке выявленного уровня грунтовых вод вероятность замачивания грунтов в природных условиях является незначительной.

При исключении возможности техногенного замачивания площадки просадочность и набухание серьезного влияния на условия строительства и эксплуатации сооружений оказывать не будут.

## 2.8 Просадочные грунты

Рассмотрим подробнее широко распространенные на площадке просадочные грунты, характерные для красnodубровской свиты.

Просадочность - важнейшее инженерно-геологическое свойство ряда горных пород. Оно выражается в их способности под действующей нагрузкой (от собственной веса толщи или дополнительной нагрузки от сооружения) при увлажнении (замачивании) уменьшать свой объем, т.е. проявлять дополнительное уплотнение. Процесс реализации последнего, развивающегося во времени, как правило с большой скоростью, и получил название "просадка", а горные породы, ее проявляющие, называются просадочными.

Ряд исследователей (Ю.М. Абелев, Н.И. Кригер и др.) предлагали различать собственно просадки лессовых толщ и дополнительную осадку сооружений, возводимых на них, возникающие при замачивании пород. Первая – собственно просадка – представляет деформации толщ лессовых пород при увлажнении, порождаемую только действием собственного веса пород этой толщи. Дополнительная осадка при замачивании возникает не только в результате действия собственного веса толщи, но и под дополнительной нагрузкой от инженерного сооружения.

К просадочным грунтам относятся лессовые породы, некоторые разности мелких и пылеватых песков (в частности, засоленных, с повышенной прочностью межчастичных структурных связей), вулканических пеплов и искусственных водоненасыщенных грунтов. В.И. Крутов (1982) среди последних называет глинистые насыпные грунты, такие отходы промышленного производства, как золы, колосниковую пыль. Однако среди этого многообразия просадочных природных и искусственных грунтов лессовые породы являются наиболее распространенными. Понятия "лессовые породы" и "просадочность" тесно связаны друг с другом [10].

Лессовые грунты занимают практически 17 % территории России. Лессы лежат сплошным покровом на большей части Украины (до 80%). Большие площади покрыты лессовыми породами в Средней Азии, Казахстане, Восточной, Южной и Западной Сибири. Довольно часто они встречаются в Белоруссии, Поволжье, Якутии и других районах. Самая большая территория лесса находится в Китае (на географических картах Китай всегда окрашивается в желтый цвет – цвет лесса).

На рисунке 2.4 показана карта распространения лессовых пород на территории СНГ, составленная В.С. Быковой и С.А. Пастушковой ("Лессовые породы СССР", 1986).

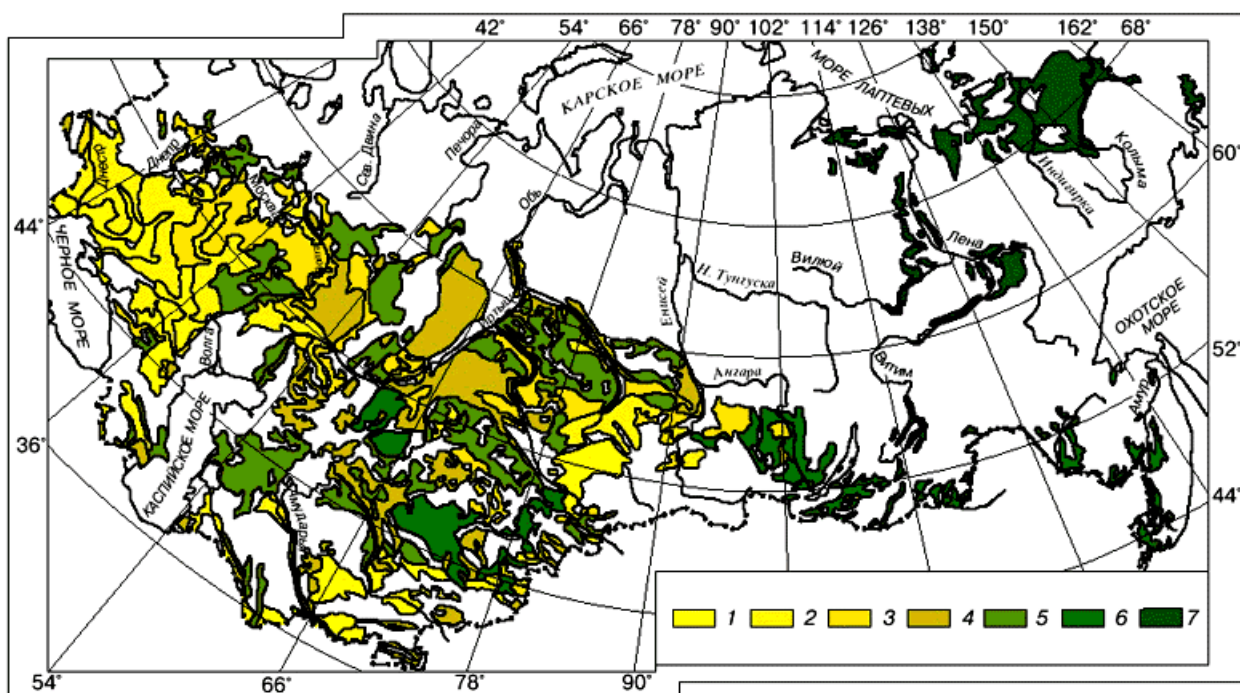


Рисунок 2.4 – Карта распространения лессовых пород на территории СНГ [12]

Более чем за вековую историю изучения лессов было предложено не менее двадцати различных гипотез их происхождения. Обобщение этих данных позволило объединить все гипотезы в несколько групп, объясняющих возникновение лессов эоловым (ветровым) и водным путем.

*Эоловая гипотеза.* Ее основателем является Ф. Рихтгоффен (1877). Относя лессы к эоловым отложениям, он не считал ветер единственным фактором образования лессовых пород. После детального изучения лессов Китая Ф. Рихтгоффен пришел к выводу, что лессовый (пылеватый) материал переносился и откладывался в бессточных впадинах ветром и дождевой водой и удерживался там степной растительностью. Эоловая гипотеза нашла много последователей среди ученых России и других стран, которые развили и дополнили ее. Так, В.А. Обручев (1904) объяснял формирование сплошного лессового покрова на высоких элементах рельефа за счет пыли, принесенной из отдаленных районов (экзотическая пыль). По мнению П.А. Тутковского (1899), ветры развеивали ледниковые отложения и уносили пыль далеко от ледникового покрова, где она и образовывала лесс. Американские ученые Ф. Леверетт (1899), Т. Чемберлин и др. (1909) основное значение придавали образованию пылеватых толщ за счет развеивания речных и водно-ледниковых отложений близлежащих долин (рисунок 2.5).

Многие известные отечественные и зарубежные ученые, например, А.И. Москвитин, И.И. Трофимов, Н.И. Кригер были и до настоящего времени остаются горячими сторонниками золотой гипотезы.

Это связано с тем, что данная гипотеза хорошо объясняет покровное залегание лессов на больших площадях и подкрепляется фактами быстрого накопления в засушливых областях довольно мощных слоев пылеватых осадков после прохождения сильных пыльных бурь.

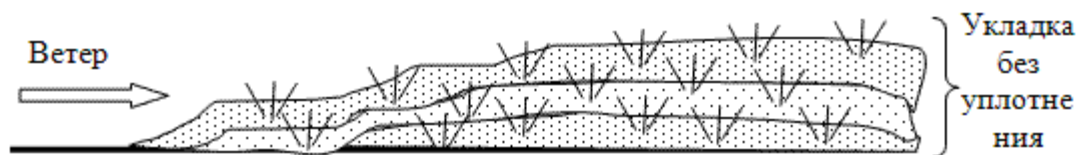


Рисунок 2.5 – Схема образования лессового грунта по эоловой теории происхождения [11]

*Гипотезы водного происхождения.* Среди сторонников, рассматривающих лесс как породу, сформировавшуюся в водной среде, следует отметить выдающихся ученых П.А. Кропоткина (1876), В.В. Докучаева (1892), А.П. Павлова (1898), Ю.А. Скворцова (1948), Н.И. Толстихина (1928). По мнению этих исследователей, образование толщи пылеватых осадков происходило в результате смыва и последующего переотложения склоновых пород, переноса и накопления минерального материала в речных долинах и озерах, а также переноса и накопления лессовых отложений водно-ледниковыми потоками. Существовала также точка зрения, что лесс - это принесенная пыль, но переотложенная водными потоками.

Все эти гипотезы рассматривают лишь процесс накопления пылеватых отложений, но не отвечают на главный вопрос: как пылеватый осадок превращается в лесс с характерным набором признаков и свойств.

*Почвенно-элювиальные гипотезы.* В соответствии с этими гипотезами пылеватые отложения могут накапливаться любым путем, а их превращение в лесс со всеми специфическими признаками этой породы происходит в результате почвообразования и выветривания. К сторонникам этой гипотезы следует отнести Л.С. Берга (1916), Н.М. Симбирцева (1900), Б.Б. Полынова (1934), И.П. Герасимова (1939). При рассмотрении данных гипотез, к сожалению, приходится констатировать, что они могут объяснить происхождения лишь отдельных лессовых толщ.

Обобщение и анализ существующих в настоящее время гипотез происхождения лессов позволяет сказать, что процесс формирования лессовых пород состоит из двух этапов:

- накопление минерального пылеватого осадка, которое может происходить различными путями,
- превращение накопленного осадка в типичный лесс, то есть в просадочную породу [11].



Просадка грунта – это сложный физико-химический процесс. Основным его проявлением является уплотнение грунта за счет перемещения и более компактной укладки отдельных частиц и их агрегатов, благодаря чему понижается общая пористость грунтов до состояния, соответствующему действующему давлению. В связи с повышением степени плотности грунта после просадки прочностные характеристики его несколько возрастают. При дальнейшем увеличении давления процесс уплотнения лессового грунта в водонасыщенном состоянии продолжается, вместе с этим увеличивается и его прочность [10].

К числу основных характеристик просадочных грунтов относится относительная просадочность, начальное просадочное давление, начальная просадочная влажность.

Относительная просадочность  $\xi_{sl}$  определяется по результатам испытаний грунтов в компрессионных приборах с замачиванием образцов. Она представляет собой относительное сжатие грунта при заданных давлениях и степени повышения влажности и определяется по формуле:

$$\xi_{sl} = \frac{h_p - h_{sl}}{h_g}$$

, где  $\xi_{sl}$  - относительная деформация просадочности;

$h_p$  и  $h_{sl}$  - высота образца соответственно природной влажности и после его полного водонасыщения ( $w = w_{sat}$ ) при давлении  $p$ , равном вертикальному напряжению на рассматриваемой глубине от внешней нагрузки и собственного веса грунта;

$h_g$  - высота того же образца природной влажности при давлении, равном собственному весу грунта.

Грунт считается просадочным при условии  $\xi_{sl} \geq 0.01$ .

Относительная просадочность зависит от давления, степени плотности грунта природной влажности и его состава, степени повышения влажности.

Начальное просадочное давление  $P_{sl}$  – это давление, при котором относительная просадочность  $\xi_{sl} = 0.01$ , т.е. при котором грунт считается просадочным.

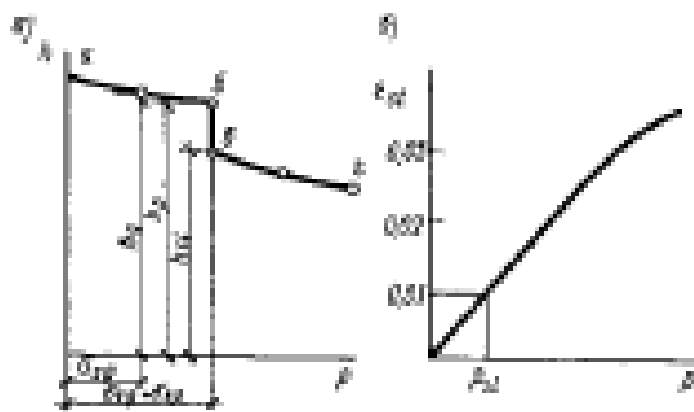


Рисунок 2.6 – Зависимость деформаций (а) и относительной просадки (б) лессового грунта от нормального давления [13]

$P_{sl}$  легко устанавливается из графика зависимости от давления  $P$  (рисунок 2.6 б), который в свою очередь строится при испытаниях образцов лессового грунта в компрессионных испытаниях с замачиванием при различных нагрузках. Эта характеристика является очень важной при расчете просадок.

За начальную просадочную влажность  $W_{sl}$  по аналогии принимается влажность, при которой в условиях заданных давлений относительная просадочность равна 0.01.

Замачивание просадочных грунтов приводит к значительному снижению их прочностных характеристик, а следовательно, существенному уменьшению расчетного сопротивления и несущей способности. Так например, за счет разрушения структурных связей особенно резко (в 6...10 раз) снижается сцепление при относительно небольшом (в 1.05...1.2 раза) уменьшении угла внутреннего трения [13].

Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки грунтов от собственного веса подразделяют на два типа:

I тип - грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см;

II тип - грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и ее величина превышает 5 см [24].

В первую очередь при проектировании оснований и фундаментов зданий на просадочных грунтах учитывают возможность их замачивания и возникновения просадочных деформаций.

Надежность и нормальная эксплуатация зданий достигается применением одного из следующих принципов:

Осуществление комплекса мероприятий, включающего подготовку основания, (в водозащитные и конструктивные мероприятия входят: компоновка генплана; планировка застраиваемых территорий; устройство под зданиями маловодопроницаемых экранов; качественная засыпка водонепроницаемых котлованов и траншей; устройство вокруг зданий водонепроницаемых отмосток; отвод аварийных вод за пределы зданий и в ливнесточную сеть.)

Конструктивные мероприятия объединяют в группы по составу и способам осуществления традиционных, для строительства, в особых грунтовых условиях.

Для жестких зданий:

- разрезка зданий осадочными швами на отсеки;
- устройство железобетонных поясов и армированных швов;
- усиление фундаментно-подвальной части путем применения монолитных или сборно-монолитных фундаментов.

Для податливых и гибких зданий:

- мероприятия по дополнительному увеличению податливости (введение гибких связей; повышение площади опирания);
- конструктивные решения, позволяющие в короткие сроки восстановить после неравномерных просадок нормальную эксплуатацию кранов, лифтов, оборудования, путем рихтовки подкрановых путей и направляющих лифтов, поднятия опор домкратом.

Улучшение строительных свойств просадочных грунтов достигается их уплотнением или закреплением, устройством грунтовых подушек.

Эффективным способом является уплотнение тяжелыми трамбовками. Но следует помнить, что удары тяжелых трамбоек создают колебания в грунтовом массиве и учитывать при уплотнении грунта внутри существующих зданий. Устройство грунтовых подушек обеспечивает создание в основании фундаментов слоя непросадочного грунта.

Также применяется двухслойное уплотнение путем сочетания поверхностного уплотнения тяжелой трамбовкой и устройства по верху уплотненного слоя грунта грунтовой подушки.

Могут устраиваться и фундаменты в вытрамбованных котлованах, фундаментов в виде пирамидальных свай и забивных блоков.

Применяются поверхностное уплотнение подводными взрывами, уплотнение предварительным замачиванием (на больших территориях, вновь застраиваемых

площадках). Широко используют уплотнение оснований пробивкой скважин (грунтовые сваи) и глубинными взрывами.

Для закрепления просадочных грунтов применяют методы однорастворной силикатизации или термообжига.

Прорезка просадочных грунтов обычно осуществляется с помощью свайных фундаментов. Целесообразно применение забивных и, особенно, конических и пирамидальных свай, а также набивных свай в пробитых или полученных путем уплотнения грунтов взрывами зарядов в скважинах.

Сваи должны полностью прорезать просадочную толщу и опираться на подстилающие грунты (плотные глинистые грунты, гравий, плотные пески).

Неполная прорезка просадочных грунтов сваями допускается лишь в тех случаях, если расчетные деформации не превышают допустимых величин [13].

### **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**

По Г.К. Бондарiku сфера взаимодействия (СВ) – это массив грунтов определяющий устойчивость сооружения и воспринимающие от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, температурного и водного режимов [4].

Сферу взаимодействия необходимо знать для определения границ (площади и глубины) инженерно-геологической разведки. Необходимо определять сферу взаимодействия, так как в результате взаимодействия сооружения с геологической средой происходит:

- изменение напряженного состояния грунта;
- изменение влажностного состояния грунта;
- изменение температурного состояния грунта (изменение до 7°С).

Границы сферы взаимодействия зависят не только от свойств геологической среды (ГС), но и от характера проектируемой деятельности – назначение, тип, конструкция, методы строительства и эксплуатации сооружения. Границы сферы взаимодействия здания 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 здания;
- разработаны его конструкция и режим эксплуатации;
- выявлены и изучены основные черты геологического строения участка строительства и его гидрогеологических условий;
- определено пространственное положение зон развития инженерно-геологических процессов, которые могут повлиять на устойчивость проектируемого сооружения;
- выявлены и изучены причины возникновения инженерно-геологических процессов и предварительно разработан прогноз их развития.

Запроектированная глубина погружения свай – 5.0 м. Заглубление ростверка 0.2 м. Согласно СП 24.13330.2011 [32] глубина СВ принимается не менее чем на 5.0 м ниже

проектируемой глубины заложения нижних концов свай. Следовательно, глубина сферы взаимодействия будет равна 10.0 м, по площади сфера взаимодействия 54\*44 м. (граф. прил. 3). Таким образом, согласно СП 24.13330.2011 [32], глубина проектных скважин составит 10.0 м (глубина забивки свай плюс 5.0 м). Техническая характеристика проектируемого сооружения приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Техническая характеристика проектируемого сооружения

|                                                                 |                         |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| №№ п.п.                                                         | 1                       |
| Вид и назначение проектируемого здания                          | Административное здание |
| Габариты / длина, ширина, высота/                               | 50x40x7(h)              |
| Намечаемый тип фундамента/свайный, плита, ленточный/            | Свайный                 |
| Этажность                                                       | 2 этажа                 |
| Предполагаемая глубина заложения фундамента или погружения свай | 5.0 м                   |
| Предполагаемые нагрузки на грунты, МПа                          | 0.20 МПа                |
| Уровень ответственности проектируемых зданий                    | II (нормальный)         |

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой составлена расчетная схема основания (граф. прил. 1) с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов. Расчетная схема – это инженерно-геологический разрез сферы взаимодействия, на котором показаны технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические условия, нужный для расчета набор показателей физико-механических свойств пород. Расчетную схему следует рассматривать как модель строения зоны сферы взаимодействия сооружения с геологической средой. Расчетные схемы составляют для каждой зоны, следовательно, число расчетных схем не может быть меньше числа зон СВ.

При анализе полученной сферы взаимодействия и характера взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой определяется набор показателей состава, физических и физико-механических свойств грунтов, который будет использоваться проектировщиками при расчетах оснований по двум предельным состояниям: по деформациям и несущей способности.

Расчетная схема системы фундамент-основание дает возможность: установить границы проявления инженерно-геологических процессов; выбрать оптимальные методы

расчета, позволяющие получить количественный пространственно-временной прогноз процесса; установить границы распространения тех значений показателей свойств грунтов, которые будут использоваться в расчетах.

На основе составленной расчетной схемы основания свайного фундамента (граф. прил. 3), с учетом требований нормативных документов, формулируются конкретные задачи изысканий в пределах сферы взаимодействия проектируемого сооружения:

- изучение всех факторов инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой;
- расчленение геологического разреза в сфере взаимодействия на инженерно-геологические категории грунтов;
- детальное изучение физико-механических свойств грунтов сферы взаимодействия и выделение инженерно-геологических элементов в разрезе;
- определение нормативных и расчетных значений показателей свойств для инженерно-геологических элементов с целью составления инженерно-геологических разрезов, прогноза развития инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия расчетным методом, с целью составления расчетной схемы: основание-сооружение или геологическая среда-сооружение.

### **3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ**

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

- а) подготовительный;
- б) период выполнения основных объемов работ по утвержденному проекту инженерно-геологических изысканий;
- в) 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-геологических изысканий и обеспечение запланированных работ материально-техническими средствами и кадрами исполнителей.

Период выполнения основных объемов работ охватывает время выполнения буровых, 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.

В комплекс работ при инженерно-геологических изысканиях включены:

- Сбор сведений о ранее выполненных работах. Рекогносцировка;
- Топогеодезические работы;
- Буровые работы;
- Инженерно-геологическое опробование;
- Полевые опытные работы;
- Лабораторные работы;
- Камеральные работы.

#### Топогеодезические работы

Топогеодезические работы применяются с целью обеспечения буровых работ геодезической сеткой (СП 11-104-97). Основными работами являются плановая и высотная привязка скважин. Проектируется планово-высотная привязка 3 устьев скважин и 7 точек опытных работ (точек статического зондирования).

#### Буровые работы

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов;
- определения глубины залегания уровня подземных вод;
- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа;
- проведение полевых исследований свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и зоны аэрации (СП 11-105-97)[28].

Намечаемые в программе изысканий способы бурения скважин должны обеспечивать высокую эффективность бурения, необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0.25-0.50 м), возможность изучения состава, состояния и свойств грунтов, их текстурных особенностей.

В соответствии с СП 11-105-97 (п.8.3) [28], горные выработки следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений, в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах различных геоморфологических элементов.

Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с таблицей 8.1 СП 11-105-97 [28].



В соответствии с рекомендациями СП 47.13330.2012 [23], проектом предусмотрено бурение 3-х скважин. В соответствии со схемой расположения проектных работ необходимое количество скважин – 3, глубина выработок 10.0 м, общий объем бурения составляет 30.0 м.

#### Инженерно-геологическое опробование

Опробование – комплексный метод получения инженерно-геологической информации включающий способы отбора образцов и их консервации. Числовой характеристикой плотности точек опробования являются интервал (расстояние между точками определения показателей свойств грунтов по вертикали) и шаг (расстояние между точками определения показателей свойств грунтов по горизонтали) опробования. Для определения количества образцов используем нормативный метод. Согласно СП 11-105-97 [28] необходимо обеспечивать по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов. Необходимое количество частных определений представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Количество частных значений характеристик грунта

| ИГЭ | P  | P <sub>s</sub> | W <sub>ест</sub> | W <sub>I</sub> | W <sub>p</sub> | E | C, Ф | Образец нарушенной структуры | Монолит |
|-----|----|----------------|------------------|----------------|----------------|---|------|------------------------------|---------|
| 1   | 10 | 10             | 10               | 10             | 10             | 6 | 6    | -                            | 10      |
| 2   | 10 | 10             | 10               | 10             | 10             | 6 | 6    | -                            | 10      |
| 3   | 10 | 10             | 10               | 10             | 10             | 6 | 6    | -                            | 10      |

Общее количество образцов ненарушенной структуры, необходимых для полного представления о свойствах выделенных ИГЭ согласно ГОСТ 20522-2012 равно 30.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$$n = (H_{ср}/N) * \text{кол-во скважин}, \quad (5)$$

где n - интервал опробования, м

H<sub>ср</sub>. – средняя мощность инженерно-геологического элемента, м

N – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования:

Для образцов ненарушенной структуры (монолит):

1)  $n (\text{игэ } 1) = (3.0/10) * 3 = 0.9 \text{ м};$

2)  $n (\text{игэ } 2) = (2.0/10) * 3 = 0.6 \text{ м};$

$$3) n (\text{игэ } 3) = (4.5/10) * 3 = 1.35 \text{ м.}$$

### Полевые опытные работы

Согласно СП 11-105-97 (часть 1)[28] полевые исследования грунтов следует проводить при изучении массивов грунтов с целью:

- расчленения геологического разреза, оконтуривания линз и прослоев слабых и других грунтов;
- определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания;
- оценки пространственной изменчивости свойств грунтов.

Выбор методов полевых исследований грунтов следует осуществлять в зависимости от вида изучаемых грунтов и целей исследований с учетом стадии (этапа) проектирования, уровня ответственности зданий и сооружений степени изученности и сложности инженерно-геологических условий в соответствии с приложением Ж СП 11-105-97[28].

В связи с использованием при проектировании административного здания свайного фундамента, необходимо в комплексе полевых работ также предусмотреть статическое зондирование и, перед строительством, полевые испытания свай. В соответствии с требованиями СП 24.13330.2011 [32] для II категории сложности инженерно-геологических условий при II уровне ответственности проектируемого здания необходимо запроектировать 7 точек статического зондирования глубиной до 10 м.

### Лабораторные исследования

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011[31], определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод необходимо выполнять в целях определения их агрессивности к бетону и стальным конструкциям, оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов и выявления ореола загрязнения подземных вод и источников загрязнения.

### Камеральные работы

Камеральная обработка проектируется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. Главная задача камеральных работ является составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Отчет об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, карт различного содержания, графиков и т.д.;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов.

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ (текущую, предварительную) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательную камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий). Виды и объемы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Сводная таблица видов и объемов работ.

| Виды работ                                                                        | Объемы | ГОСТ, СТП, РСН   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|
| 1                                                                                 | 2      | 3                |
| <b><u>Полевые работы</u></b>                                                      |        |                  |
| Инженерно-геологическая рекогносцировка площадки II категории сложности, км       | 0.50   | СП-11-105-97     |
| Разбивка и планово-высотная привязка выработок, точка                             | 10     | СП 11-104-97     |
| Колонковое бурение скважин установкой УГБ 1 ВС диаметром 151 мм, точка/м          | 3/30.0 | РСН 74-88        |
| Отбор монолитов грунтоносом, монолит                                              | 30     | ГОСТ 12071-2014  |
| Отбор пробы грунта, образец                                                       | -      | ГОСТ 12071-2014  |
| Статическое зондирование, точка/м                                                 | 7/70.0 | ГОСТ 19912-2012  |
| <b><u>Лабораторные работы</u></b>                                                 |        |                  |
| Природная влажность, опр                                                          | 30     | ГОСТ 5180-2015   |
| Пределы пластичности, опр.                                                        | 30     | ГОСТ 5180-2015   |
| Плотность, опр.                                                                   | 30     | ГОСТ 5180-2015   |
| Сжимаемость грунтов до 0.3 МПа, опр                                               | 18     | ГОСТ 12248-2010  |
| Определение относительной просадочности $\varepsilon_{sl}$                        | 12     | ГОСТ 12248-2010  |
| Сопротивление срезу, природной влажности, опр.                                    | 18     | ГОСТ 12248-2010  |
| Коррозионная агрессивность грунтов к углеродистой и низколегированной стали, опр. | 12     | ГОСТ 9.602-2005  |
| Коррозионная агрессивность грунтов к бетону, опр.                                 | 6      | СП 28.13330.2012 |
| Содержание органических веществ, опр.                                             | 12     | ГОСТ 23740-2016  |
| Реакция с HCL, опр.                                                               | 30     |                  |

### 3.3 Методика проектируемых работ

#### 3.3.1 Инженерно-геологическая рекогносцировка (обследование)

При проведении инженерно-геологической рекогносцировки ведется журнал инженерно-геологического обследования. В журнале ведется описание всех проводимых маршрутов: детальное описание и зарисовка местности, описываются естественные обнажения, все неблагоприятные участки развития физико-геологических процессов и явлений.

#### 3.3.2 Топогеодезические работы

Топогеодезические работы осуществляются для обеспечения планово-высотной привязке пробуренных скважин. Работы проводятся в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012[23]. Плановая и высотная привязка геологических выработок выполняются методом полярной съемки с пунктов опорной геодезической сети электронным

тахеометром «Nikon 243», при выполнении измеряются горизонтальные и вертикальные углы и расстояния, в результате которого определяются расстояния и превышения между точками местности с последующим вычислением их высот относительно принятой исходной поверхности.

Высоты определяют тахеометрическим методом. Точки проведения работ закрепляются на площадке вешками с сигнальной лентой. Вычисление координат и высот пунктов должно осуществляться в программном комплексе обработки инженерных изысканий «CREDO». Геодезические изыскания заканчиваются составлением теодолитных ходов и нанесением на существующий план М 1:500 скважин и мест проведения полевых исследований грунтов. Объем работ составит 10 точек.

По окончании работ предоставляется каталог координат.

### **3.3.3 Буровые работы**

Геолого-технические условия бурения. Буровые скважины при инженерно-геологических изысканиях проходятся для изучения геолого-литологического разреза, отбора образцов грунта на лабораторные испытания, а также проведения различных опытных работ. Данным проектом предусмотрено бурение 3-х скважин, глубиной 10 м. Геологический разрез района работ представлен следующими грунтами:

Слой-1 ( $Q_{IV}$ ). Почвенно-растительный слой, мощностью 0.3-0.5 м.

ИГЭ-1 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, легкий, твердый, сильнопросадочный, средненабухающий, непучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого, вскрытой мощностью 0.9-4.5 м. Слой вскрыт с дневной поверхности, наблюдается характерное для красnodубровской свиты переслаивание с непросадочными грунтами ИГЭ-2.

ИГЭ-2 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины, вскрытой мощностью 0.5-8.8 м. Слой вскрыт с дневной поверхности, наблюдается переслаивание с просадочными грунтами ИГЭ-1.

ИГЭ-3 ( $Q_{I-II}krd$ ). Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый, слабопучинистый, незасоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка легкого и глины, вскрытой мощностью 0.7-8.5 м. Слой подстилает толщи переслаивающихся легких суглинков.

Геологический разрез представлен относительно устойчивыми породами (суглинками от твердой до тугопластичной консистенции), поэтому бурение будет вестись

без закрепления стенок скважин. Условия производства работ – средние, так как обследуемый участок является равнинным.

Выбор конструкции скважины. На выбор конструкции скважин, способа бурения, типа бурового станка и инструмента бурения решающее влияние оказывают следующие основные факторы: назначение буровых скважин, проектная глубина бурения, крепость пород и их устойчивость против обрушения стенок, географические и иные условия проведения работ.

Выбор способа бурения. Способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходимых грунтов, назначения и глубины скважин, а также условий производства работ. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать удовлетворительное качество инженерно-геологической информации о грунтах и достаточно высокую производительность.

В процессе бурения необходимо проводить отбор образцов грунта, требующих сохранения природной влажности, бурение скважин следует вести без применения промывочной жидкости, с пониженным числом оборотов бурового инструмента (не более 60 об/мин).

Грунты разреза представлены глинистыми грунтами, поэтому проходку горных выработок всех грунтов проектируется проводить колонковым механическим способом «всухую», укороченными рейсами (до 0.6 – 1.0 м). Отбор монолитов будет производиться грунтоносом ГВ-1Н.

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее широко применяемых на инженерных изысканиях способов проходки скважин. Основными преимуществами колонкового бурения являются:

- возможности проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород;
- сравнительно большая глубина проходимых скважин;
- достаточно хорошо разработанная и освоенная технология бурения;
- сравнительно небольшие мощности, затрачиваемые на бурение;
- возможность получения качественного керна.

Проходка скважин колонковым способом осуществляется твердосплавным и алмазным породоразрушающим инструментом. В нашем случае будет использоваться твердосплавный породоразрушающий инструмент, применяемый при проходке скважин в глинистых, песчаных и мерзлых грунтах.

В зависимости от физико-механических свойств проходимых грунтов и от глубины скважины, бурение колонковым способом может осуществляться «всухую», с

промывкой водой и солевыми охлажденными или глинистыми растворами, с продувкой сжатым воздухом, а также «безнасосным» способом [5].

#### Выбор буровой установки (бурового оборудования)

Основными факторами, определяющими выбор буровой установки, являются: целевое назначение и глубина бурения, конечный диаметр скважины, характер и свойства проходимых грунтов, природные условия местности.

Выбираемая буровая установка должна быть в достаточной степени эффективной технически и экономически обладать хорошей транспортабельностью, обеспечивать возможность производства бурения несколькими способами, укомплектовываться надежным в работе и удобным в обращении буровым и вспомогательным инструментом, обеспечивать простоту производства ремонта, возможность обслуживания минимальным числом рабочих с незначительными затратами труда, удобство, простоту и безопасность работы.

Параметры выбираемых буровых установок должны соответствовать максимальной глубине и диаметру скважин. В проекте планируется использование буровой установки ПБУ–2 (рисунок 3.2). Техническая характеристика приведена на рисунке 3.1.

| Артикул                                           | ПБУ-2        |
|---------------------------------------------------|--------------|
| <b>ХОД ПОДАЧИ, мм</b>                             | 1800 / 3500* |
| <b>Частота вращения шпинделя, об/мин</b>          | 25 - 430     |
| <b>Крутящий момент, кгсм</b>                      | 500          |
| <b>Усилия подачи, кгс:</b>                        |              |
| - ВВЕРХ                                           | 3500-10000*  |
| - ВНИЗ                                            | 3500-10000*  |
| <b>Максимальная грузоподъемность лебедки, кгс</b> | 2 600        |
| <b>Условная глубина бурения, м:</b>               |              |
| - ШНЕКАМИ                                         | 60           |
| - ШНЕКОВЫМ БУРОМ                                  | 25           |
| - ШНЕКОВЫМ БУРОМ, СКОЛЬЗЯЩИМ ПО ШТАНГАМ           | 16           |
| - С ПРОДУВКОЙ                                     | 100          |
| - С ПРОМЫВКОЙ                                     | 100-120      |
| - УДАРНО-КАНАТНОЕ                                 | 60           |
| <b>Диаметр бурения, макс, мм:</b>                 |              |
| - ШНЕКАМИ                                         | 400          |
| - ШНЕКОВЫМ БУРОМ                                  | 850          |
| - С ПРОМЫВКОЙ                                     | 215,9        |
| - С ПРОДУВКОЙ                                     | 250          |
| - УДАРНО-КАНАТНОЕ                                 | 168          |

Рисунок 3.1 – Техническая характеристика установки ПБУ-2 [16]

Установка предназначена для бурения скважин в глинистых, песчаных, крупнообломочных, мерзлых грунтах ударно-канатным способом кольцевым забоем, медленно-вращательным и колонковым способом. Установка ПБУ-2 смонтирована на шасси КамАЗ-43114. Эксплуатация машины допускается в районах с умеренным климатом в интервале температур от минус 40 °С до плюс 40 °С. ПБУ-2 монтируется на собственной раме с приводом от автономного дизельного двигателя, что дает возможность ее монтажа на передвижных средствах. Подвижный вращатель с



механическим приводом в сочетании с мощным гидравлическим механизмом подачи позволяют создавать значительную осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент с первых метров бурения.



Рисунок 3.2 – Буровая установка ПБУ-2 (автор - Картавин А.В.)

Конструкция вращателя ПБУ-2 обеспечивает возможность его отвода в сторону от оси скважины для выполнения спускоподъемных операций, установки обсадных колонн и реализации технологии ударно-канатного бурения с использованием буровой лебедки. Органы управления ПБУ-2 расположены у основания мачты на раме установки. Для удобства управления буровая установка комплектуется съемной площадкой оператора бурения. Предусмотрены гидравлические домкраты.

Отличительными особенностями установки являются:

- гидравлическая подача;
- гидравлический зажимной патрон;
- подъем мачты осуществляется гидроцилиндром, который используется также для механизации работ с ударным снарядом и трубами;
- гидроцилиндр для отрыва стакана от забоя;
- гидродомкраты, ускоряющие монтаж установки.

Буровая установка обеспечивает:

- вращательное шнековое бурение диаметром до 400 мм;
- вращательное колонковое бурение «всухую» твердосплавным инструментом диаметром до 151 мм;

- бурение шурфов до 850 мм;
- вращательное бурение сплошным забоем с промывкой / продувкой диаметром 190.5 мм;
- ударно-вращательное бурение с применением погружных пневмударных машин до 250 мм;
- ударно-канатное бурение [16].

#### Выбор технологического инструмента

В состав инструмента для колонкового бурения входят: разрушающие инструменты, колонковые трубы, переходники, шламовые трубы, бурильные трубы, сальники, вспомогательный инструмент и принадлежности. Во всем интервале бурения 0.0-15.0 м проектом предусмотрено использование ребристых коронок М1 диаметром 151 мм и 132 мм (рисунок 3.3). Техническая характеристика и удельные значения режимных параметров для данных типов коронок представлены на рисунке 3.4.

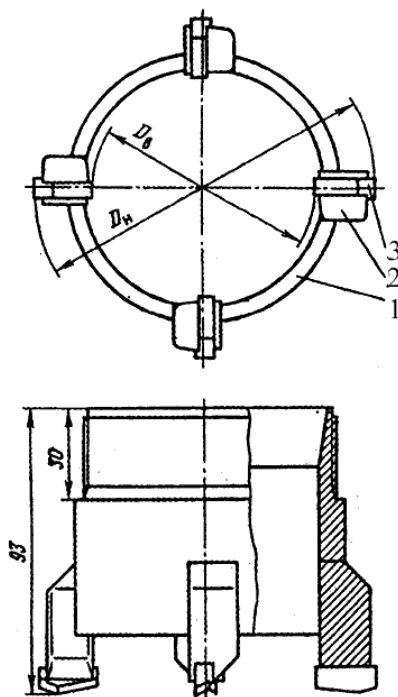


Рисунок 3.3 – Ребристая коронка типа М1 [16]

1 – корпус; 2 – ребра; 3 – твердосплавные пластины.

| Тип коронки | Категория пород по буримости | Наружный диаметр, мм | Внутренний диаметр, мм | Число резцов | Удельная нагрузка, кН | Осевая нагрузка на коронку, кН | Частота вращения снаряда об/мин |
|-------------|------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M1          | I–III                        | 151                  | 112                    | 4            | 30–50                 | 4–4,8                          | 120–190                         |
| M1          | I–III                        | 132                  | 92                     | 4            | 30–50                 | 4–4,8                          | 150–225                         |

Рисунок 3.4 – Техническая характеристика и удельные значения режимных параметров коронок типа M1 [17]

Диаметр породоразрушающего инструмента:

- в интервале 0.0-7 м – 151 мм;
- в интервале 7-10 м – 132 мм.

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, обеспечения промывки или продувки ее забоя, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины. Трубы бурильные стальные универсальные (ТБСУ) с приварными замками выпускаются по ГОСТ Р 51245–99 (ТУ 3668–017–05743852– 2011). В проекте применяются бурильные трубы бурильные П 55х4.5 Н различной длины, с толщиной стенки 4.5 мм, производства ОАО «Геомаш» с ниппельным соединением с наружным диаметром 55 мм (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Бурильные трубы ТБСУ П 55х4.5 [18]

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы (рисунок 3.6). В соответствии с ГОСТ 12071-2014[33] для глинистых грунтов твердой – мягкопластичной консистенции используется вдавливаемый грунтонос ГВ-1Н. Техническая характеристика грунтоноса находится в таблице 3.4.



Рисунок 3.6 – Грунтонос вдавливаемый ГВ-1Н (автор: Картавин А.В.)

Таблица 3.4 Техническая характеристика грунтоноса ГВ-1Н[19]

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Наружный диаметр корпуса, мм   | 108 |
| Внутренний диаметр башмака, мм | 96  |

### 3.3.3.1 Технология бурения

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее распространенных способов проходки скважин при инженерных изысканиях. Обычно оно ведется укороченными рейсами (1-1.5 м). Бурение «всухую» применяется для бурения плотных глинистых и рухляковых пород (гравийные и дресвяные грунты, глинистые грунты – суглинки и супеси с включениями гравия и щебня более 20 %). Осуществляется твердосплавными коронками при частоте вращения бурового снаряда не более 80-200 об/мин, при осевой нагрузке на буровую коронку 1.5-2.5 кН. Заклинивание керна производится путем затирки «всухую», для чего необходимо последние 0.05-0.1 м рейса проходить с повышенной осевой нагрузкой на забой. Механическая скорость колонкового бурения «всухую» в зависимости от грунтов колеблется от 0.05 до 0.5 м/мин. Хотя данный вид бурения носит название «всухую», он ведется либо при наличии воды в скважине, либо с подливом [19].

### 3.3.3.2 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению

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

*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. После окончания бурения и проведения необходимых наблюдений производится ликвидация скважин с целью восстановления нарушенной скважиной естественного состояния горных 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.

*Опробование.* Отбор образцов ненарушенного сложения будет осуществляться грунтоносом, а валовых проб инструментом, которым углубляют скважину. Для получения монолита хорошего качества необходимо перед спуском грунтоноса в скважину тщательно смазать его внутреннюю полость солидолом, отработанным маслом, проверить наличие свободного вращения внутреннего цилиндра, обеспечить плотность прилегания клапана. Из скважины грунтонос следует извлекать без встряхиваний и ударов, необходимые предосторожности следует соблюдать и при извлечении монолита из кернаприемной гильзы.

Отбор образцов, упаковка, транспортирование и хранение производится согласно ГОСТ 12071-2014 [33].

### **3.3.4 Полевые испытания. Статическое зондирование**

Метод полевых испытаний грунтов статическим зондированием проводится одновременно с бурением.

Статическое зондирование используется для уточнения инженерно-геологических элементов, оценки пространственной изменчивости состава и свойств грунтов, приближенной количественной оценки физико-механических характеристик грунтов (плотности, сопротивления срезу, модуля деформации и др.), определения степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени.





Рисунок 3.7 – Установка статического зондирования УС315/36А [20]

Статическое зондирование будет выполняться в 7 точках с помощью комплекта инструмента УС315/36А (рисунок 3.7). Глубина зондирования составит 10 м. Статическое зондирование следует выполнять путем непрерывного вдавливания зонда в грунт, соблюдая порядок операций, предусмотренный инструкцией по эксплуатации установки. Показатели сопротивления грунта следует регистрировать непрерывно или с интервалами по глубине погружения зонда не более 0.2 м. Скорость погружения зонда в грунт должна быть  $(1.2 \pm 0.3)$  м/мин. Испытание заканчивают после достижения заданной глубины погружения зонда или предельных усилий. По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют. Регистрацию показателей сопротивления грунта внедрению зонда производят в журнале испытания на диаграммной ленте или в блоке памяти системы регистрации. По данным измерений, полученных в процессе испытания, вычисляют значения удельное сопротивление грунта под конусом зонда  $q_c$ , удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда  $f_s$ , и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования [6]. Интерпретация материалов зондирования будет осуществляться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

### 3.3.5 Лабораторные работы

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 [28] и СП 47.13330.2012 [23].

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100–2011 [31], определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Лабораторные работы выполняются в грунтовой лаборатории на сертифицированных приборах.

Природную влажность грунта, границу текучести, границу раскатывания и плотность определяют согласно ГОСТ 5180-2015 [34].

Влажность грунта определяют методом высушивания до постоянной массы. Влажность рассчитывают, как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта.

Границу текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм.

Границу раскатывания (пластичности) следует определять, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм.

Плотность грунта определяют методом режущего кольца и вычисляют отношением массы образца грунта к его объему.

Плотность частиц грунта определяют пикнометрическим методом. Пикнометры для измерения плотности твердых и сыпучих материалов имеют тип - ПТ и вместимость от 1 до 100 мл. Для данного измерения оптимальным является объем пикнометра в 25 мл, но не более 50 мл.

Прочностные и деформационные характеристики грунтов определяют в сдвиговых и компрессионных приборах КПр-1М и ПСГ-3М. Компрессионные испытания проводятся для определения модуля деформации  $E$  и относительной просадочности  $es_l$ . Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивления грунта срезу, угла внутреннего трения  $\varphi$ , удельного сцепления  $c$ .



Рисунок 3.8 – Прибор КПП-1М [18]

Определение коррозионных свойств грунта для определения агрессивности 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 «Защита строительных конструкций от коррозии» [30] и ГОСТ 9.602–2005 «Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии» [35].



Рисунок 3.9 – Прибор АКАГ [18]

### 3.3.6 Камеральные работы

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ (текущую, предварительную) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательную камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).



В процессе текущей обработки материалов изысканий осуществляется систематизация записей маршрутных наблюдений, просмотр и проверка описаний горных выработок, разрезов естественных и искусственных обнажений, составление графиков обработки полевых исследований грунтов, ведомостей горных выработок, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований, увязка между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ, составление колонок (описаний) горных выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических и гидрогеологических карт и пояснительных записок к ним.

При окончательной камеральной обработке производится уточнение и доработка представленных предварительных материалов, оформление текстовых и графических приложений и составление текста технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 [23]. При графическом оформлении инженерно-геологических карт, разрезов и колонок условные обозначения элементов геоморфологии, гидрогеологии, тектоники, залегания слоев грунтов, а также обозначения видов грунтов и их литологических особенностей следует принимать в соответствии с ГОСТ 21.302-2013[36].

## **4 Социальная и экологическая ответственность при проведении инженерно-геологических работ под строительство административного здания**

В административном отношении район изысканий расположен в Новосибирском районе Новосибирской области. Ближайшие населенные пункты – с. Верх-Тула расположено в 3 км на северо-восток, п. Крупской в 400 м на юго-запад, г. Новосибирск находится в 12.5 км на северо-восток от района изысканий.

В Новосибирской области преобладает равнинный рельеф земной поверхности. Для ее территории характерен континентальный климат умеренных широт с продолжительной, до пяти месяцев, холодной зимой и жарким сухим летом. Среднемесячный максимум температуры достигает в июле +18.8°C, минимум в январе – 20°C. Частые ветра имеют преимущественно восточное направление. Их средние скорости достигают 5-10 м/с, максимальные 17-25 м/с. Многолетнее среднегодовое количество осадков равно 414 мм.

Целью выполнения инженерных изысканий является подготовка данных для разработки проектной документации для строительства логистического центра "Магнит".

Техническим заданием на инженерно-геологические изыскания предусматриваются следующие виды работ:

- сбор и систематизация материалов изысканий прошлых лет;
- инженерно-геологическая съемка;
- проходка горных выработок;
- лабораторные исследования грунтов;
- камеральная обработка материалов.

Общая продолжительность полевых работ составит 5 дней, из них 3 дня потребуется для бурения скважин глубиной 10.0 м установкой ПБУ-2, и 2 дня для проведения испытаний установкой статического зондирования УСЗ 15/36А.

Лабораторные и камеральные работы будут проводиться в течение 20 дней.

### **4.1 Производственная безопасность**

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие зависит от наличия в

условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, длительность воздействия данного фактора.

Выявлены два наиболее важных и общих типа неблагоприятно действующих производственных факторов - опасные производственные факторы (ОПФ) и вредные производственные факторы (ВПФ) [44].

В ходе производства инженерно-геологических работ, выполняющие их сотрудники несут риски подвергнуться воздействию разнообразных факторов, могущих повлиять на их здоровье и благополучие. Такими факторами считаются явления, процессы и объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызвать различные нежелательные последствия.

Анализ опасных и вредных факторов приведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [71] и представлен в таблице 4.1.

Все предусмотренные проектом работы выполняются в соответствии с техническим заданием, а также инструкциями, постановлениями и план-графиком мероприятий.

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)[71]                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                         | Нормативные документы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                                                                                                                                                                                    | Вредные                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Опасные                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| полевой<br>(на открытом воздухе)                 | 1.Инженерно-геологическое обследование (рекогносцировка);<br>2.Опробование скважин (отбор монолитов и образцов нарушенной структуры);<br>3.Проведение полевых испытаний статического зондирования. | 1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;<br>2.Превышение уровней шума и вибрации;<br>3.Тяжесть физического труда;<br>4.Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.                                                                                      | 1.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;<br>2.Электрический ток;<br>3.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;<br>4.Пожароопасность. | ГОСТ 12.2.003-91 [72]<br>ГОСТ 12.2.062-81 [39]<br>ГОСТ 12.3.009-76 [40]<br>ГОСТ 12.4.011-89 [41]<br>ГОСТ 12.4.125-83 [42]<br>ГОСТ 12.1.005-88 [43]<br>ГОСТ 23407-78 [44]<br>ГОСТ 12.1.019-79 [45]<br>ГОСТ 12.1.030-81 [11]<br>ГОСТ 12.1.006-84 [6]<br>ГОСТ 12.1.038-82 [48]<br>ГОСТ 12.1.003-2014 [49]<br>ГОСТ 12.1.012-90 [38]<br>ГОСТ 12.4.002-97 [50]<br>ГОСТ 12.4.024-86 [51]<br>ГОСТ 12.1.007-76 [52]<br>ГОСТ 12.1.004-91 [53]                                                           |
| Лабораторный и камеральный<br>(внутри помещения) | Лабораторные работы:<br>1.Определение физико-механических свойств грунтов<br>Камеральные работы:<br>1. Составление инженерно-геологического отчета с использованием ЭВМ                            | 1.Отклонение показателей микроклимата в помещении;<br>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;<br>3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений;<br>4.Повышенная запыленность рабочей зоны;<br>5.Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону<br>6. Умственное перенапряжение | 1.Электрический ток;<br>2.Пожароопасность                                                                                                                                               | ГОСТ 12.1.045-84 [54]<br>СП 52.13330.2011 [55]<br>СанПиН 2.2.4.548-96 [56]<br>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [57]<br>СанПиН 2.2.4.3359-16 [58]<br>СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [59]<br>ГОСТ 12.1.003-2014 [49]<br>СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [60]<br>ГОСТ 12.1.012-2004 [61]<br>ГОСТ 12.2.003-91 [72]<br>СНиП 2.04.05- 91 [63]<br>ГОСТ Р 12.1.019-2009 [64]<br>ГОСТ 12.1.004-91 [53]<br>ГОСТ 12.1.005-88 [43]<br>СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 [65]<br>ПУЭ [66]<br>ГОСТ 17.2.1.03-84 [76]<br>ГОСТ 17.4.3.04-85 [77] |

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

##### ***Полевой этап***

*Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.* Микроклимат – особенности климата на небольших пространствах, обусловленные особенностями местности (лес, поле, поляна, болото, берег, водоем, направление склона, защищенность от ветров и т. п.). Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [43] показателями, характеризующими микроклимат, являются:

- Температура воздуха;
- Относительная влажность воздуха;
- Скорость движения воздуха;
- Интенсивность теплового излучения.

Оценка микроклимата происходит на основе его показателей на всех местах пребывания работника в течении смены и сопоставления с нормативами согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [56].

При проведении работ на открытых площадках указываются: период времени года выполняемых работ, метеорологические параметры воздуха территории района (минимальные и максимальные температуры, скорость движения, относительная влажность, давление). Нормы параметров микроклимата при работе на открытом воздухе согласно Р 2.2.2006-05 [69] зависят от тяжести и времени выполняемых работ. По результатам анализа определяются конкретные мероприятия по снижению уровня неблагоприятного воздействия климата на организм рабочего.

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 потоотделение, которое при длительном воздействии приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса.

При работе на открытом воздухе для рекреационных целей обустраиваются навесы, палатки, землянки.

Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, изготавливаться преимущественно из натуральных тканей светлых тонов. В зимний период рабочие также обеспечиваются теплой спецодеждой (ватные штаны, ватная куртка, валенки, рукавицы и т.д.).

Рабочая бригада также должна быть укомплектована дождевиками из непромокаемых материалов на случай выпадения небольшого количества осадков, не влияющих критически на проводимые работы. Во время сильных ливней работы приостанавливаются до восстановления благоприятных погодных условий.

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

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

Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливают 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.* При производстве инженерно-геологических изысканий вибрация и шум имеют крайне широкое распространение (преимущественно при эксплуатации бурового оборудования при проходке скважин).

Шум – это неупорядоченное 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. Шум ухудшает условия труда и оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно – от повышения утомляемости и затруднений в восприятии речи до необратимых изменений в органах слуха. Предельно допустимые уровни шума регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014 [49].

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 при производстве инженерно-геологических работ является буровая установка.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [61].

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [61] 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, ухудшается функциональное состояние внутренних органов.

Таблица 4.2 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012-2004) [61]

| 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 | 109 | 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 [41].

*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 показателем физического труда является тяжесть. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05 [69].

В рассматриваемом проекте предусматривается бурение скважин глубиной не более 10 м. Согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05 [69], по большинству показателей тяжести трудового процесса класс условий труда является оптимальным. По показателю 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).

Для облегчения тяжелого физического труда используется автоматизация и правильная организация рабочего времени.

*Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.* Профилактика природно-очаговых заболеваний, разносимых животными, в полевых условиях крайне важна.

Наиболее распространенные природно-очаговые заболевания:

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

При заболевании энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Заболевание начинается через две недели после занесения инфекции в организм. Наиболее активны клещи в конце мая - середине июня, но их укусы могут быть опасны и в июле, и в августе.

Основное профилактическое мероприятие – противоэнцефалитные прививки, создающие у человека устойчивый иммунитет к вирусу на весь год, информирование населения о методах индивидуальной защиты человека.

#### ***Камеральный и лабораторный этапы***

*Отклонение показателей микроклимата помещений.* Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [43], микроклимат производственных помещений – это метеорологические условия



внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи двух основных инструментов: отопления и вентиляции. В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям максимально эффективного функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают условия для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях, основное назначение вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды. Особенно важна вентиляция при проведении лабораторных работ, при работе с химическими соединениями.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл.5.3 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

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 табл. 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                    |
| Теплый      | Ia (до 139)                              | 21,0-22,9                         | 25,1-28,0                         | 20,0-29,0                    |
|             | Iб (140-174)                             | 20,0-21,9                         | 24,1-28,0                         | 19,0-29,0                    |
|             | IIa (175-232)                            | 18,0-19,9                         | 22,1-27,0                         | 17,0-28,0                    |
|             | IIб (233-290)                            | 16,0-18,9                         | 21,1-27,0                         | 15,0-28,0                    |
|             | III (более 290)                          | 15,0-17,9                         | 20,1-26,0                         | 14,0-27,0                    |

| Период года | Категория работ по уровню энерготрат, Вт | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с                                      |                                                                          |
|-------------|------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|             |                                          |                                    | для 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                                                                      |
| Теплый      | Ia (до 139)                              | 15-75*(2)                          | 0,1                                                                 | 0,2                                                                      |
|             | Iб (140-174)                             | 15-75*(2)                          | 0,1                                                                 | 0,3                                                                      |
|             | IIa (175-232)                            | 15-75*(2)                          | 0,1                                                                 | 0,4                                                                      |
|             | IIб (233-290)                            | 15-75*(2)                          | 0,2                                                                 | 0,5                                                                      |
|             | III (более 290)                          | 15-75*(2)                          | 0,2                                                                 | 0,5                                                                      |

Мероприятия по поддержанию требуемого микроклимата включают в себя: осуществление терморегуляции в помещении с целью поддержания оптимальной температуры; установку вентиляционного оборудования для поддержания нормального воздухообмена; проветривание помещения во время перерывов; регулярную влажную уборку помещения.

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.* Освещенность – один из важнейших параметров, обеспечивающий комфортные условия, повышающий эффективность и безопасность труда, снижающий утомляемость, сохраняющий высокую работоспособность. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, которая возникает в результате прикладываемых усилий для распознавания зрительных объектов.

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Согласно СП 52.13330.2011 [55] различают естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011 [55]. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (табл. 4.4).

Таблица 4.4 - Нормы освещенности рабочих поверхностей [93]

| Наименование помещений              | Характеристика зрительной зоны | Размер объекта различения, мм | Нормы КЕО, %                                      | Искусственная освещенность, лк | Тип светильника                                                                             |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лаборатория и камеральные помещения | Средней точности               | 0.5-1                         | 4 – верхнее или комбинированное;<br>1.5 - боковое | 300                            | Люминисцентные газозарядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания |

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Освещение не должно давать блики, яркость светящихся поверхностей не должна быть более 200 нт/ м<sup>2</sup>.

Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света ЛБ 40-2 и ДРЛ 60-2.

Для поддержания нормируемых значений освещенности необходимо своевременно проводить чистку стекол и светильников, замену перегоревших ламп.

*Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения.*

Электромагнитное излучение при определенных уровнях может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, а также неблагоприятно влиять на работу электрических приборов. Различные виды неионизирующих излучений электромагнитных полей, оказывают разное физиологическое воздействие. На практике различают воздействие магнитного поля (постоянного и квазипостоянного, импульсного), ВЧ- и СВЧ-излучений, лазерного излучения, электрического и магнитного поля промышленной частоты от высоковольтного оборудования и др. Ионизирующее излучение вызывает в организме цепочку обратимых и необратимых изменений. В результате чего нарушаются процессы, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму. Это приводит к нарушению деятельности отдельных функций и систем организма.

Персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфра низко 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 ТСО 95 (Шведская конференция профсоюзов). Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с маркировкой LowRadiation, компьютеры с жидкокристаллическим экраном и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого круга [38].

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.) [6]. 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 MRP 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 [57].

*Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.* Воздушная среда производственных помещений, в которой содержат вредные вещества в виде пыли и газов, оказывает непосредственное влияние на безопасность труда. Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их ядовитости (токсичности) и концентрации в воздухе производственных помещений, а также времени пребывания человека в этих помещениях.

При камеральной обработке полученных данных источником возникновения пыли может являться ее проникновение в помещение через открытые форточки, окна, двери. В связи с этим необходимо предусмотреть использование вытяжной вентиляции. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [43] запыленность в зале не должна превышать  $0.5 \text{ мг/м}^3$ . Мероприятиями по борьбе с запыленностью являются регулярные влажные уборки.

*Утечки токсических и вредных веществ в атмосферу.* Выполнение производственных работ сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека. 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 [75].

Химические анализы проб будут проводиться в химико-аналитической лаборатории. Для предупреждения несчастных случаев и профессиональных заболеваний на данном виде работ следует выполнять общие меры безопасности для всех видов лабораторий.

Для предупреждения химических ожогов необходимо соблюдать правила безопасности при розливе и переноске реактивов. Термические ожоги, как правило, – следствие пожаров, а также нарушений правил безопасности использования самовоспламеняющихся веществ. Опасность устанавливается в зависимости от величины ПДК, средней смертельной дозы и зоны острого или хронического действия. Если в

воздухе содержится вредное вещество, то его концентрация не должна превышать величины ПДК согласно ГОСТ 12.1.005-88 [43]. 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 [78], быть достаточно прочными, носкими, мягкими, легкими и не вызывать раздражения кожи.

Спецобувь предназначена для защиты ног от намокания, проколов. Спецобувь изготавливается в виде сапог, полусапог, ботинок из кожи, резины. Спецобувь для различных условий устанавливается ГОСТ 12.4.103-83 [79], ГОСТ 12.4.127-83 [80].

Рукавицы используются для защиты кистей рук от механических повреждений, охлаждения, влаги, кислот, щелочей и ожогов.

*Монотонность труда и умственное перенапряжение.* Умственный труд классифицируется по напряженности труда. Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Характеризуется интеллектуальными нагрузками (содержание работы, степень сложности задания), сенсорными (длительность наблюдения и число одновременно наблюдаемых объектов: контрольно-измерительные приборы, продукт производства и т.д.), эмоциональными (степень ответственности, риска для собственной жизни и безопасности других лиц), степенью монотонности нагрузок, режимом работы (продолжительность рабочего дня, сменность работы).

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [69] 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.

Существенную роль в поддержании высокой работоспособности человека играет установление рационального режима труда и отдыха. Различают две формы чередования периодов труда и отдыха на производстве: введение обеденного перерыва в середине рабочего дня и кратковременных регламентированных перерывов.

Высокая работоспособность организма поддерживается рациональным чередованием периодов работы, отдыха и сна. В соответствии с суточным циклом организма наивысшая работоспособность отмечается в утренние (с 8 до 12) и дневные (с 14 до 17) часы. В дневное время наименьшая работоспособность, как правило, отмечается в период между 12 и 14 ч, а в ночное время – с 3 до 4 ч. С учетом этих закономерностей определяют сменность работы предприятий, начало и окончание работы в сменах, перерывы на отдых и сон.

Элементами рационального режима труда и отдыха являются производственная гимнастика и комплекс мер по психофизиологической разгрузке, в том числе функциональная музыка.

Одним из наиболее важных элементов повышения эффективности трудовой деятельности человека является совершенствование умений и навыков в результате обучения.

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

##### ***Полевой этап***

*Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.* При проведении буровых работ используются движущиеся механизмы, а также оборудование, имеющее острые кромки. Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждый приступающий к буровым работам сотрудник инструктируется по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечивается медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [72].

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 [72] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2001 [67] 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 [41].

*Электрический ток.* В полевых условиях электрические установки и приборы формируют электрическую опасность. При производстве геологоразведочных работ в большинстве случаев используется электрическая сеть 380/220 В с глухо заземленной нейтралью. Кроме того, в полевых условиях опасным фактором при работах является электрический ток при грозе (сила тока достигает 100 кА).

Основными причинами поражения электрическим током при проведении буровых работ могут быть:

- случайное прикосновение;
- появление напряжения на корпусе электрооборудования;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях;
- напряжение шага.

Мерами электрозащиты являются: изоляция тонкопроводящих частей и контроль, установка оградительных устройств, использование знаков безопасности, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Необходимо использование средств индивидуальной защиты: спецодежда, резиновая обувь и диэлектрические резиновые перчатки, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [41].

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. Сопротивление заземляющих устройств не должно быть более 10 Ом. 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 [64].



Помощь пораженному электротоком необходимо оказывать немедленно. Прежде всего, добиться прекращения действия тока на пострадавшего, для чего любым способом изолировать его от источника тока. Следует помнить, что электроток вызывает сокращение мышц пальцев, и пострадавший не может самостоятельно разжать их.

*Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.* Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с инструментами. Инструмент должен содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода - изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) должен содержаться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках, согласно ГОСТ 12.2.003-91 [72].

*Пожароопасность.* Основные факторы и методы предупреждения возникновения пожара при инженерно-геологических работах:

- открытый огонь (сварка, курение) - должен быть оборудован сварочный пост, курение в строго отведенных местах;
- случайные искры (выхлопные трубы ДВС, немедленный инструмент, короткое замыкание) - выхлопные трубы должны быть оборудованы искрогасителями, применение омедненного инструмента, ЛЭП должны быть ограждены от:
  - а) прямого механического воздействия;
  - б) сечение проводов должно соответствовать нагрузке;
  - в) в электрической цепи предусматривается установка предохранителей и автоматов отключения;
- взрывоопасная концентрация газов – контроль за концентрацией газов, в частности круглосуточное дежурство станции ГТИ.

На буровой установке также запрещается:

- применять факел и другие источники открытого огня для освещения и других нужд;
- отогревать замершие трубопроводы и оборудование, а также разогревать в зимнее время емкости с буровым раствором при помощи открытого огня (только паром или горячей водой).

### **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 [45].

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 [48] 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      |

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с – 2 мА, при 10 с и менее – 6 мА.

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения электрическим током, все помещения делят на: помещения с повышенной опасностью, особо опасные и помещения без повышенной опасности.

Помещения лаборатории и камеральной обработки материалов относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ[66], 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 %, токопроводящая пыль отсутствует, полы бетонные, покрытые линолеумом, температура воздуха составляет 20-24 °С.

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 [64] и ГОСТ 12.1.038-82 [48].

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.

*Пожароопасность.* 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 [73] камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как в них 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 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

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

Геологическая среда - неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидросферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды (вместе с жидкими углеродами), природные газы и микроорганизмы, постоянно находящиеся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие.

Таблица 4.6 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах [50]

| Природные ресурсы, компоненты геологической среды | Вредные воздействия                                      | Природоохранные мероприятия                                                                            |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Почва                                             | Уничтожение и повреждение почвенного слоя                | Рекультивация земель                                                                                   |
|                                                   | Загрязнение горюче-смазочными материалами                | Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники                                              |
|                                                   | Загрязнение производственными отходами                   | Вывоз отходов (свалки, отвалы)                                                                         |
| Грунты                                            | Нарушение состояния геологической среды                  | Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг                                                         |
|                                                   | Нарушение физико-механических свойств горных пород       | Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация, силикатизация)                           |
| Атмосферный воздух                                | Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования | Установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух. |

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде (табл. 4.6). 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 [82], ГОСТ 17.1.3.06-82 [81], ГОСТ 17.1.3.02-77 [83], ГОСТ 17.4.3.04-85[77].

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. Подъездные дороги и буровые площадки по возможности необходимо располагать на малопродуктивных землях, а размеры их должны быть минимальными, все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: скважины - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

По окончанию 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 в геологической среде, опасных для здоровья населения, и осуществлять разработку предложений по утилизации и нейтрализации этих веществ, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

Ввиду непродолжительности полевых работ и незначительности выбросов воздействие на окружающую среду при соблюдении природоохранных мер оценивается как незначимое и допустимое.

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

*Чрезвычайная ситуация* (ЧС) – 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.

Источником ЧС называют 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 [68].

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

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

В районе проводимых работ возможны следующие чрезвычайные ситуации:

1. природного характера:

- землетрясения.

2. техногенного характера:

- пожары (взрывы) в зданиях;
- пожары (взрывы) на транспорте.

Алгоритм действий при чрезвычайных ситуациях:

*Землетрясения* – представляют собой подземные толчки и колебания земной поверхности. Наиболее опасные из них возникают из-за тектонических смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии Земли. Сила землетрясений определяется по десятибалльной шкале Рихтера, в зависимости от амплитуды, которая возникает во время колебания поверхности. Чем больше амплитуда, тем сильнее землетрясение. Самые слабые землетрясения (1-4 балла по шкале Рихтера) фиксируются только специальными чувствительными приборами и не вызывают разрушений. Иногда они проявляются в виде дрожания стекол или перемещения предметов, а иногда и вовсе незаметны. Землетрясения 5-7 баллов по шкале Рихтера вызывают незначительные повреждения, а более сильные могут вызвать полное разрушение зданий. Ощувив колебания здания, увидев качание светильников, падение предметов, главное – не поддаваться панике. Быстро покинуть помещение, взяв с собой необходимые документы и вещи, спускаться необходимо по лестнице. Нужно быть готовым к оказанию помощи при спасении других людей.

Мероприятия по предупреждению землетрясений:

- эффективное и возможно более точное прогнозирование вероятных землетрясений (мероприятиям по прогнозированию землетрясений в России уделяется большое внимание. Создана Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений (ФССН), включающая около 180 сейсмических станций и 9 центров сбора и обработки информации, в том числе службы РАН, Минобороны РФ и др.);
- мероприятия по повышению сейсмостойкости жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, энергетических и коммунальных сетей;
- прогнозирование возможных последствий землетрясений и на основе этого заблаговременная разработка планов их ликвидации, в том числе и создание соответствующих сил и средств, организация эффективного управления, отработка взаимодействия инженерных, пожарных, медицинских, химических и других подразделений, участвующих в ликвидации последствий землетрясения;
- обучение населения, проживающего в сейсмоопасных районах, правилам поведения при землетрясениях и оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

При текущем уровне развития науки какие-либо способы воздействия на землю для устранения землетрясения отсутствуют. После прогнозирования землетрясения



осуществляют мероприятия по эвакуации жителей и ценностей из местности, где ожидается стихийное бедствие. Здания и сооружения, находящиеся в зоне землетрясения, обречены на разрушения различной степени тяжести.

*Пожары (взрывы) в зданиях.* В случае обнаружения пожара в здании необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Ни в коем случае не тушить водой горящие электропроводку и электроприборы, находящиеся под напряжением – это опасно для жизни. Не следует также оставаться в задымленном помещении сверх необходимого.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) в здании:

- разработка, внедрение и контроль за соблюдением пожарных норм и правил;
- конструирование и планирование создаваемых объектов с учетом пожарной безопасности;
- совершенствование и содержание в готовности противопожарных средств;
- регулярное проведение пожарно-технических обследований зданий;
- в целях предупреждения пожаров необходимо избегать хранения значительного количества воспламеняющихся и горючих жидкостей, а также склонных к самовозгоранию и способных к взрыву веществ (бензин, керосин, технические масла, ацетон, сжиженные газы и прочее). Эти вещества необходимо содержать в плотно закрытых сосудах, вдали от нагревательных приборов, не подвергать их встряске, ударам, разливу;
- содержание в исправном состоянии выключателей, розеток сети электроснабжения, и других приборов;
- пропаганда пожарно-технических знаний среди сотрудников.

*Пожары (взрывы) на транспорте.* Большинство возгораний транспортных средств возникает по причине неисправности их узлов и агрегатов. Нередки случаи возгораний из-за повреждений топливной системы. При возникновении пожара нужно немедленно покинуть транспортное средство, прикрыв дыхательные пути, так как в любом салоне имеются материалы, выделяющие при горении токсичные вещества. Выбравшись, отойдите на безопасное расстояние, немедленно сообщив о случившемся и оказав при необходимости первую медицинскую помощь.

Мероприятия по предупреждению пожаров (взрывов) на транспорте:

- систематическое обслуживание машин;
- поддержание исправного технического состояния, своевременное прохождение технического осмотра;
- наличие в автомобиле исправного огнетушителя.

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, лесосеках с оставленными порубочными остатками и заготовленной древесиной, в местах с подсохшей травой, а также под кронами деревьев. В остальных местах разведение костров допускается на площадках, окаймленных минерализованной (то есть очищенной до минерального слоя почвы) 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 специально для этого 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).

Причинами возникновения пожаров *в полевых условиях* являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования, неисправность и перегрев отопительных печей, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящее при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушения технологического процесса. Территория производства работ должна содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства.

#### **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 порядке. Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты. Каждый участок, место, 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 быть размещены 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 [74].

Рабочий несет ответственность за:

- соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;
- выполнение требований инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаро- и электробезопасности;
- качественное выполнение работ;
- сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;
- 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:

- проверить наличие защитных средств;
- проверить наличие средств пожаротушения;
- 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 [43]:

- к работе не допускаются лица, не прошедшие инструктаж;
- 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 [85], 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[85] и ст. 37 Конституции Российской Федерации [86] 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 [41]).

В соответствии со ст. 27 Федерального закона №173-ФЗ от 17.12.2001 г (ред. От 04.06.2014, с изм. от 19.11.2015) «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»[62], сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии имеют следующие лица:

- мужчины по достижении возраста 55 лет, женщины по достижении возраста 50 лет, если они проработали соответственно не менее 12 лет 6 месяцев и 10 лет в экспедициях, партиях, отрядах, на участках и в бригадах непосредственно на полевых геолого-разведочных, поисковых, топографо-геодезических, геофизических, гидрографических, гидрологических, лесоустроительных и изыскательских работах и имеют страховой стаж соответственно не менее 25 и 20 лет.

За выполнение тяжелых работ, работ с вредными или опасными условиями труда предусмотрены такие компенсационные доплаты и надбавки, как:

- до 12% тарифной ставки (оклада) за нахождение на рабочем месте с вредными условиями труда не менее 50% рабочего времени (лаборант химического анализа);
- за каждый час ночной работы – 40% часовой тарифной ставки (оклада);
- за работу в выходной и нерабочий праздничный день оплата производится в двойном размере.

Проектируемые работы будут проводиться на территории Новосибирского района Новосибирской области. Согласно Справочнику базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства [87] данный район приурочен к территориям, где к заработной плате работников применяется коэффициент 1.2.

*Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.* Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [84] 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 и тяжелой тяжести. 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 желательно предусмотреть жалюзи. Согласно 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, следует дополнительно осветить рабочее место при достаточном, но не излишнем фоновом освещении.

Для борьбы с пылью и жарой устанавливаются кондиционеры.

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 и обеспечивающую оптимальную возможность выполнения деятельности, для которой предназначено рабочее место. 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;
- высоту и строение опорной поверхности (плоская опорная поверхность, седловидная опорная поверхность, наклонные распределенные опорные поверхности);
- пространство для ног.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места должны учитывать индивидуальные особенности работника. Игнорирование индивидуальных особенностей наносит значительный вред здоровью сотрудника, использующего рабочее место, также значительно снижаются производственные показатели как количественные, так и качественные.

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 [55].

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

### **5.1 Основные направления деятельности ООО «Сфера-2000»**

Компания «Сфера-2000», успешно работающая в области инженерных изысканий на территории Новосибирска, Новосибирской области и Сибирского Федерального Округа, выполняет полный комплекс инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий для строительства зданий и сооружений.

Инженерные изыскания проводятся профессионалами высокого класса, имеющими специальное инженерное образование и опыт работы в сфере проведения инженерных изысканий для различных целей.

Инженерные изыскания являются обязательной и неотъемлемой частью работ при проектировании строительства зданий и сооружений.

**Основная задача компании «Сфера-2000»:** «Создавать и распространять качественные услуги по сбору и представлению оперативных и достоверных геопространственных данных, необходимых для принятия точных решений».

Компанией «Сфера-2000» с 2000 года создано топографических планов различных масштабов и для различных целей на общую территорию площадью в десятки тысяч гектар, пробурены тысячи погонных метров скважин.

#### **УСЛУГИ:**

Работы в составе инженерно-геодезических изысканий:

- Создание опорных геодезических сетей;
- Геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами;
- Создание и обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:200 — 1:5000, в том числе в цифровой форме, съемка подземных коммуникаций и сооружений;
- Трассирование линейных объектов;
- Инженерно-гидрографические работы;
- Специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Работы в составе инженерно-геологических изысканий:

- Инженерно-геологическая съемка в масштабах 1:500 — 1:25000;



- Проходка горных выработок с их опробованием, лабораторные исследования физико-химических свойств грунтов и химических свойств проб подземных вод;
- Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов с разработкой рекомендаций по инженерной защите территории;
- Гидрогеологические исследования;
- Инженерно-геофизические исследования;
- Инженерно-геокриологические исследования;
- Сейсмологические и сейсмоструктурные исследования территории, сейсмическое микрорайонирование.

Работы в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий:

- Метеорологические наблюдения и изучение гидрологического режима водных объектов;
- Изучение опасных гидрометеорологических процессов и явлений с расчетами их характеристик;
- Изучение русловых процессов водных объектов, деформаций и переработки берегов;
- Исследования ледового режима водных объектов.

Работы в составе инженерно-геотехнических изысканий. (Выполняются в составе инженерно-геологических изысканий или отдельно на изученной в инженерно-геологическом отношении территории под отдельные здания и сооружения):

- Проходка горных выработок с их опробованием и лабораторные исследования механических свойств грунтов с определением характеристик для конкретных схем расчета оснований фундаментов;
- Полевые испытания грунтов с определением их стандартных прочностных и деформационных характеристик( штамповые, сдвиговые, прессиометрические, срезные). Испытания эталонных и натурных свай;
- Определение стандартных механических характеристик грунтов методами статического, динамического и бурового зондирования;
- Физическое и математическое моделирование взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой;
- Специальные исследования характеристик грунтов по отдельным программам для нестандартных, в том числе нелинейных методов расчета оснований фундаментов и конструкций зданий и сооружений;

Геотехнический контроль строительства зданий, сооружений и прилегающих территорий.

## 5.2 Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий

Для расчета сметы на инженерно-геологические изыскания рассмотрим требования технического задания и основанные на них объемы работ в таблицах 5.1, 5.2.

Таблица 5.1 – Техническое задание

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 Полное наименование объекта.                                                                                                                      | Инженерно-геологические условия села Верх-Тула и проект изысканий для строительства логистического центра "Магнит" (г.Новосибирск)                                                                            |
| 1.2 Вид строительства.                                                                                                                                | Новое строительство.                                                                                                                                                                                          |
| 1.3 Цели и виды инженерных изысканий.                                                                                                                 | Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка изысканий на стадии ПД.                                                                                                                          |
| 1.4 Основание на производство инженерных изысканий.                                                                                                   | Задание на проектирование.                                                                                                                                                                                    |
| 1.5 Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства.                                                                      | Стадия проектная документация.                                                                                                                                                                                |
| 1.6 Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях.                                                                                               | Инженерно-геологические и топографо-геодезические изыскания прошлых лет ООО «Сфера-2000».                                                                                                                     |
| 1.7 Данные о характере и размерах проектируемых сооружений, их уровни ответственности.                                                                | Двухэтажное административное здание. Уровень ответственности сооружений II (нормальный). Размеры в плане 50.0*40.0 м. Высота здания – 7.0 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 расчетных значений характеристик грунтов следует устанавливать в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011 (при расчетах по деформациям – 0.85 и по несущей способности – 0.95). |
| 1.10 Требования к отчетной документации.                                                                                                              | Состав и содержание технического отчета регламентируется СП 47.13330.2012. Форма предоставления отчетных материалов оговариваются в договорной документации.                                                  |

### 5.3 Виды и объемы проектируемых работ

В соответствии с требованиями СП 47.13330.2012, СП 11-105-97 запроектированы виды и объемы работ, указанные в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Сводная таблица видов и объемов работ на инженерно-геологические изыскания

| № п/п | Наименование работ                                         | Единица измерения | Объем работ | Примечание       |
|-------|------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|------------------|
|       | Полевые работы:                                            |                   |             |                  |
| 1     | Топографо-геодезические работы                             | точка             | 10          | СП 11-104-97     |
| 2     | Инженерно-геологическая рекогносцировка                    | км                | 0.5         | СП-11-105-97     |
| 3     | Проходка горных выработок:                                 | скв./пог. м.      | 3/30.0      | РСН 74-88        |
| 4     | Статическое зондирование                                   | точка/пог.м.      | 7/70.0      | ГОСТ 19912-2012  |
| 5     | Опробование:<br>- отбор образцов с ненарушенной структурой | образец           | 30          | ГОСТ 12071-2014  |
|       | - отбор образцов с нарушенной структурой                   | образец           | —           |                  |
|       | Лабораторные работы                                        |                   |             |                  |
| 6     | Определение природной влажности                            | опр.              | 30          | ГОСТ 5180-2015   |
| 7     | Определение пределов пластичности                          | опр.              | 30          | ГОСТ 5180-2015   |
| 8     | Определение плотности грунта                               | опр.              | 30          | ГОСТ 5180-2015   |
| 9     | Определение сопротивления срезу                            | опр.              | 18          | ГОСТ 12248-2010  |
| 10    | Определение компрессионного сжатия грунта                  | опр.              | 18          | ГОСТ 12248-2010  |
| 11    | Определение относительной просадочности $\varepsilon_{sl}$ | опр.              | 12          | ГОСТ 12248-2010  |
| 11    | Определение коррозионной агрессивности грунта к стали      | опр.              | 12          | ГОСТ 9.602-2005  |
| 12    | Определение коррозионной агрессивности грунтов к бетону    | опр.              | 6           | СП 28.13330.2012 |
|       | Камеральные работы                                         |                   |             |                  |
| 13    | Написание отчета                                           | отчет             | 1           |                  |

## 5.4 Календарный план работ

Таблица 5.3 – Календарный план работ

| Виды работ          | Дата                                       |
|---------------------|--------------------------------------------|
| Проектно-сметный    | С 1 июля 2017 г. по 20 июля 2017 г.        |
| Подготовительный    | С 21 июля 2017 г. по 25 июля 2017 г.       |
| Организационный     | С 26 июля 2017 г. по 31 июля 2017 г.       |
| Полевые работы      | С 1 августа 2017 г. по 5 августа 2017 г.   |
| Лабораторные работы | С 6 августа 2017 г. по 19 августа 2017 г.  |
| Камеральные работы  | С 20 августа 2017 г. по 26 августа 2017 г. |

Календарный план проектируемых работ (таблица 5.3) составляется для определения продолжительности выполнения всего проектируемого комплекса работ:

- для определения взаимосвязей последовательности выполнения работ;
- для оптимизации использования времени;
- для сокращения затрат времени в целом по проекту и т.д.

В таблице календарного плана содержатся следующие графы:

1. виды работ
2. сроки, планируемые для выполнения работ по проекту.

## 5.5 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Стоимость инженерно-геологических работ определена по справочнику базовых цен (1999 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 г.), при этом введены следующие коэффициенты:

$K=45.12$  – инфляционный коэффициент к итогу сметной стоимости согласно письму Минрегиона России от Минстроя России от 20.03.2017 г. № 8802-ХМ/09.

Таблица 5.4 - Расчет сметной стоимости работ

| № п/п | Наименование и виды работ                                                                                                                                       | Ед. изм. | Кол-во   | Обоснование цен СБЦ на 01.01.99г. | Цена, руб | Стоимость, руб  |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------|-----------|-----------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                               | 3        | 4        | 5                                 | 6         | 7               |
|       | Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы, 1999 г.,<br>Письмо Минстроя России от 20.03.2017 N 8802-ХМ/09<br><b>К=45.12 – инфляционный индекс</b> |          |          |                                   |           |                 |
|       | <b>1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ</b>                                                                                                                                        |          |          |                                   |           |                 |
| 1     | Инженерно-геологическая рекогносцировка при хорошей проходимости, II кат.                                                                                       | пог. км  | 0.5      | Т. 9, §2                          | 23.30     | 11.65           |
| 2     | Описание точек наблюдения II кат.                                                                                                                               | точка    | 3        | Т. 11, §1                         | 10.20     | 30.60           |
| 3     | Колонковое бурение 3 скважин глубиной 10,0 м D=160 мм, глубина до 15 м II кат                                                                                   | м        | 30       | Т. 17, §1                         | 38.40*0.9 | 1 036.80        |
| 4     | Отбор монолитов из скважин (связные грунты) на глубину до 10 м                                                                                                  | монолит  | 30       | Т. 57, §1                         | 22.90     | 687.00          |
| 5     | Статическое зондирование грунтов до 10 м                                                                                                                        | точка    | 7        | Т. 45, §5                         | 128.30    | 898.10          |
| 6     | Плановая и высотная привязка при расстоянии между геологическими выработками до 50 м (II кат)                                                                   | точка    | 10       | Т. 93, §1                         | 8.5       | 85.00           |
|       | <b>ИТОГО: ПОЛЕВЫХ РАБОТ</b>                                                                                                                                     |          |          |                                   |           | <b>2 749.15</b> |
| 7     | К-0.85 За невыплату полевого довольствия                                                                                                                        |          | 2 749.15 |                                   | 0.85      | 2 336.78        |
| 8     | Расходы по внутреннему транспорту, %                                                                                                                            |          | 2 336.78 | Т. 4, §5                          | 0.1875    | 438.15          |
| 9     | Расходы по организации и ликвидации работ                                                                                                                       |          | 2 774.93 | Общие указания §13, К=2.5         | 0.06      | 416.24          |
|       | <b>ВСЕГО: ПОЛЕВЫХ РАБОТ</b>                                                                                                                                     |          |          |                                   |           | <b>3 191.17</b> |
|       | <b>2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                                                                                                   |          |          |                                   |           |                 |
| 10    | Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта                                                                                                         | опр      | 30       | Т. 63, §11                        | 135.00    | 4 050.00        |
| 11    | Сокращенный анализ водной вытяжки (для почв)                                                                                                                    | опр      | 6        | Т. 71, §3                         | 19.10     | 114.60          |
| 12    | Коррозионная активность грунтов по отношению к стали                                                                                                            | опр      | 12       | Т. 75, §4                         | 18.20     | 218.40          |
|       | <b>ИТОГО: ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ</b>                                                                                                                                |          |          |                                   |           | <b>4 383.00</b> |
|       |                                                                                                                                                                 |          |          |                                   |           |                 |

| 3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ                            |                                                                                              |           |       |                        |                 |                   |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|------------------------|-----------------|-------------------|
| 13                                               | Сбор, изучение и систематизация материалов изысканий прошлых лет кат II                      | м         | 30.0  | Т. 78, §1              | 9,00            | 270,00            |
| 14                                               | Составления программы производства работ                                                     | программа | 1     | Т.81, §2               | 500.00*0.5*1.25 | 312.50            |
| 15                                               | Камеральная обработка материалов буровых и горно-проходческих работ                          | м         | 30    | Т. 82, §1              | 8.20            | 246.00            |
| 16                                               | Камеральная обработка лабораторных исследований                                              | %         | 20    | Т. 86, §1              | 4 050.00        | 810.00            |
| 17                                               | Камеральная обработка определения коррозионной агрессивности грунтов и воды                  | %         | 15    | Т. 86, §8              | 333.00          | 49.95             |
| 18                                               | Камеральная обработка полевого испытания грунтов статическим зондированием на глубину 0-10 м | точка     | 7     | Т. 83, §1              | 29.70           | 207.90            |
| 19                                               | Составление технического отчета (заключение) о результатах выполненных работ (II кат)        | %         | 21    | Т. 87, §1              | 1 896.35        | 398.23            |
| ИТОГО: КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ                         |                                                                                              |           |       |                        |                 | 2 294.58          |
| ВСЕГО:                                           |                                                                                              |           |       |                        |                 | 9 868.75          |
| ИТОГО с коэффициентом индексации в строительстве |                                                                                              |           | 45.12 | Коэффициент индексации | 9 868.75        | <b>445 278.00</b> |

Согласно сметному расчету стоимость комплекса инженерно-геологических изысканий составит 445 278 (четыреста сорок пять тысяч двести семьдесят восемь рублей) 00 копеек без учета НДС. ООО «Сфера-2000» не является плательщиком НДС, так как использует упрощенную систему налогообложения.

## **Заключение**

В дипломном проекте были рассмотрены физико-географические, геоморфологические, тектонические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия района и составлен проект изысканий для строительства двухэтажного административного здания, входящего в комплекс логистического центра "Магнит". Проектируемые работы преследуют цель получения данных об инженерно-геологических условиях, достаточных для решения задач по дальнейшему проектированию здания.

В процессе проектирования был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ, на основе которых дана детальная характеристика природных условий изучаемой территории и инженерно-геологических условий участка работ, рассчитаны коэффициенты вариации, нормативные и расчетные значения физико-механических свойств выделенных ИГЭ.

Особое внимание было уделено широко распространенным на площадке изысканий просадочным грунтам. Данные грунты обладают низкой плотностью сухого грунта и могут в процессе замачивания сильно ухудшать свои деформационные и прочностные характеристики, начиная процесс просадки как под действием веса здания, так и собственного веса.

Была определена сфера взаимодействия сооружения с геологической средой в соответствии с нормативной документацией и методической литературой. Запроектированы виды и объемы работ. Рассчитаны интервалы опробования и глубина горных выработок. Приведена методика проектируемых работ.

Работы на обследуемом участке планируется выполнить в течение 25 дней. Сметная стоимость всех видов работ составит 445 278 (четырееста сорок пять тысяч двести семьдесят восемь) рублей 00 коп.

## Список использованной литературы

### Опубликованная литература

1. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кузбасская. Лист N-44-XI. Объяснительная записка. – Москва 1969. – 81с.
2. Особенности изысканий в Новосибирской области – Зникин В.Г. СибЭнергоСетьПроект. – г.Новосибирск 1979. – 49с.
3. Коломенский Н.В. Общая методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра, 1968. – 256с.
4. Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания. – Москва 2008. – 420с.
5. Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. – М.: Недра, 1983. – 288 с.
6. Фомин А.Г. и др. Рекомендации по производству буровых работ при инженерно-геологических изысканиях для строительства. – М.:1970. – 80 с.
7. Бирюков Н.С.и др. Методическое пособие по определению физико-механических свойств грунтов. – М.: Недра, 1975. – 175 с.
8. В.С. Зыкина, И.А. Волков, М.И. Дергачева. Верхнечетвертичные отложения и ископаемые почвы Новосибирского приобья. – Москва 1981. – 204 с.
9. Бабин Г.А., Черных А.И., Головина А.Г., Жигалов С.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-44 – Новосибирск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. – 392 с. + 4 вкл.
10. Трофимов В.Т. Генезис просадочности лессовых пород. – М.: МГУ, 1999. – 271 с.
11. Пантюшина Е.В. Лессовые грунты и инженерные методы устранения их просадочных свойств – ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2011– 4 с.
12. Лессовые породы СССР – М.:1986.
13. Долматов А.В. Устройство оснований и фундаментов. – Учебное пособие для слушателей курса профессиональной переподготовки «Промышленное и гражданское строительство». – 150 с.
14. <http://2gis.ru> // Карта Новосибирска: улицы, дома и организации города – 2ГИС
15. <http://vsegei.ru> // ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.П. КАРПИНСКОГО
16. <http://magistraltrade.ru> // Торговая Компания «Магистраль»



17. <http://www.drillings.ru> // Буровой портал
  18. <https://yandex.ru/images> // Яндекс.Картинки: поиск изображений в интернете, поиск по картинке
  19. <http://alapaevsk.all.biz/> // Бизнес-портал Алапаевска
  20. <http://geotest.ru> // Оборудование для полевых исследований грунтов
- Нормативная документация
21. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – М.; Изд-во стандартов 2013. – 109с.
  22. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. – М ; Изд-во стандартов 2014.–55с.
  23. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения – М.; Стройиздат, 2013.
  24. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. - Актуализированная версия СНиП 2.02.01-83\* - М.; Изд-во стандартов 2012. - 105с.
  25. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*, 2011.
  26. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования, 2011.
  27. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - Введенные в действие 01.08.2012г. в замен ГОСТ 20522-96 -М.; Изд-во стандартов 2012. - 15 с.
  28. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ. Госстрой России - М.: ПНИИИС Госстрой России, 1997.
  29. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов/Госстрой России. - М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000.
  30. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменением N 1), 2013.
  31. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. - Введенные в действие 01.07.2011г. взамен ГОСТ 25100-95 – М.; Изд-во стандартов 2013. - 63 с.
  32. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85, 2011.
  33. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов, 2014.

34. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик, 2015.
35. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии, 2005.
36. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям, 2013.
37. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Взамен ГОСТ 12248-96 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости»- М.; Изд-во стандартов 2011. - 75с
38. ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования, 1990.
39. ГОСТ 12.2.062-81 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
40. ГОСТ 12.3.009-76 - Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
41. ГОСТ 12.4.011-89 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
42. ГОСТ 12.4.125-83 - Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация.
43. ГОСТ 12.1.005-88 - Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
44. ГОСТ 23407-78 - Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия.
45. ГОСТ 12.1.019-79 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
46. ГОСТ 12.1.030-81 - Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
47. ГОСТ 12.1.006-84 - Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
48. ГОСТ 12.1.038-82 - Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

49. ГОСТ 12.1.003-2014 - Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
50. ГОСТ 12.4.002-97 - Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.
51. ГОСТ 12.4.024-86 - Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования.
52. ГОСТ 12.1.007-76 - Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
53. ГОСТ 12.1.004-91 - Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
54. ГОСТ 12.1.045-84 - Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
55. СП 52.13330.2011 - Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
56. СанПиН 2.2.4.548-96 - Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
57. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
58. СанПиН 2.2.4.3359-16 - Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
59. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 - Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.
60. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 - Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
61. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
62. Федеральный закон "О трудовых пенсиях в Российской Федерации" от 17.12.2001 N 173-ФЗ (ред. От 04.06.2014, с изм. от 19.11.2015).
63. СНиП 2.04.05- 91 - Отопление, вентиляция и кондиционирование.
64. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
65. СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 - Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

66. ПУЭ Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн., – М.; Изд-во стандартов 2006. – 331 с. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
67. 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.
68. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.
69. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
70. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных процессов, 1996.
71. ГОСТ 12.0.003-2015 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
72. ГОСТ 12.2.003-91 - Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
73. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
74. ПРИКАЗ от 12 марта 2013 года N 101 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности"».
75. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
76. ГОСТ 17.2.1.03-84 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения».
77. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
78. ГОСТ 12.4.135-84 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Метод определения щелочепроницаемости».
79. ГОСТ 12.4.103-83 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация».
80. ГОСТ 12.4.127-83 «Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная. Номенклатура показателей качества».
81. ГОСТ 17.1.3.06-82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод».

82. ГОСТ 17.2.1.04-77 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения».

83. 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».

84. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

85. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).

86. Конституция Российской Федерации.

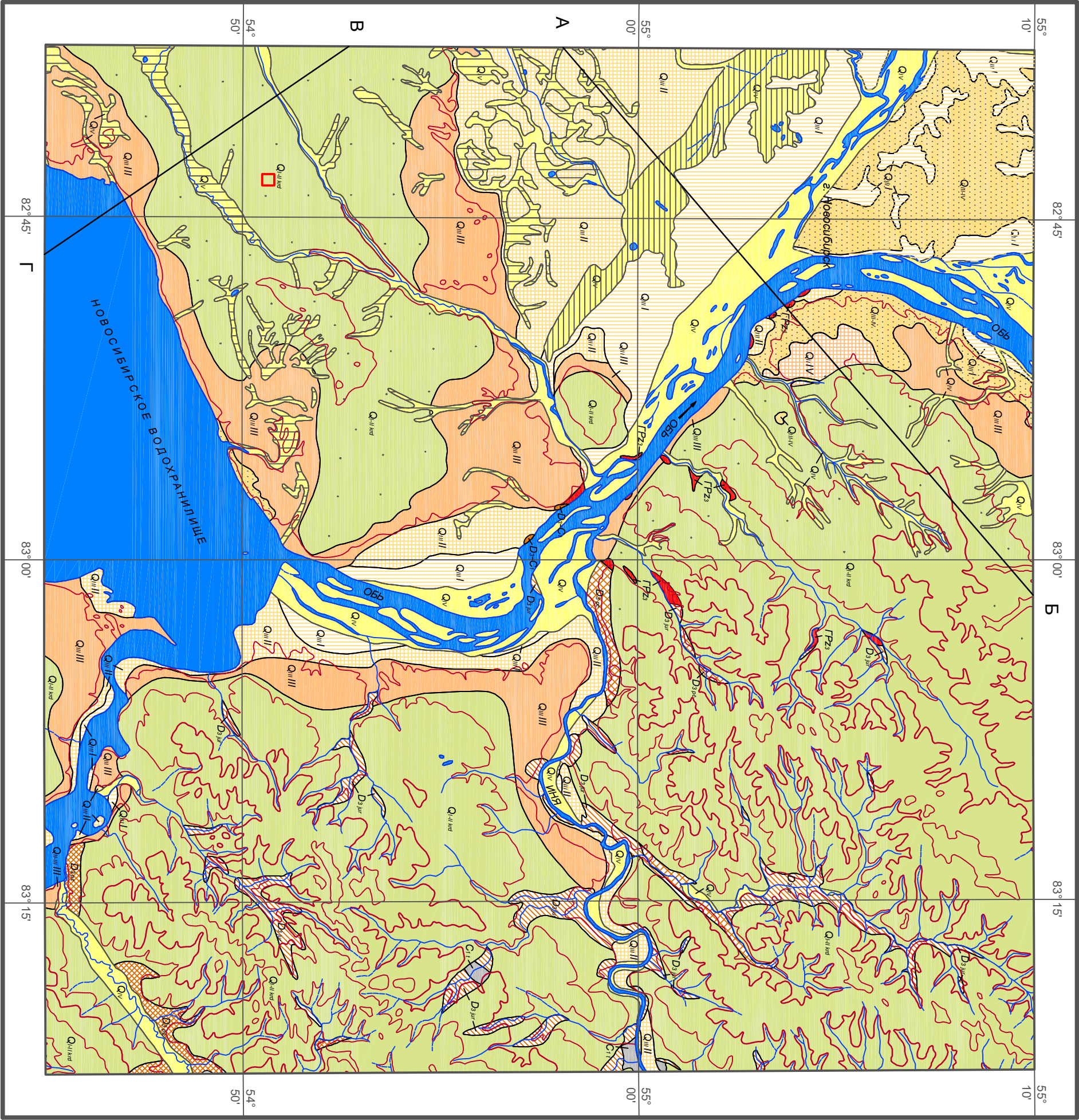
87. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, Москва 1999.

#### Фондовая литература

88. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям «Строительство Распределительного центра «Магнит» в г. Новосибирск, с. Верх-Тула», ООО «Сфера-2000», инв. № 16/06-40, 2016 г.



| СИСТЕМА          | ОТДЕЛ        | ЯРУС       | ИНДЕКС                        | КОЛОНКА | МОЩНОСТЬ<br>в м | ХАРАКТЕРИСТИКА<br>ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ                                                                                                           |
|------------------|--------------|------------|-------------------------------|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЧЕТВЕРТИЧНАЯ     | СОВРЕМЕННЫЙ  |            | Q <sup>IV</sup>               |         | 2-10            | Современные отложения. Аллювиальные отложения поймы Оби и ее притоков. Обширные, слабо-болотные отложения. Пески, супеси, суглинки, торф. |
|                  |              |            | Q <sup>III/IV</sup>           |         | 0-12            | Верхнеплейстоценовые - современные отложения. Золыстые отложения. Пески.                                                                  |
|                  |              |            | Q <sup>III/I</sup>            |         | 6               | Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р.Оби и ее притоков. Пески, супеси, суглинки, гравий и галька.                         |
|                  |              |            | Q <sup>III/II</sup>           |         | 10-28           | Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р.Оби и ее притоков. Пески, суглинки, супеси.                                          |
|                  |              |            | Q <sup>III/III</sup>          |         | 20-35           | Аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р.Оби. Пески, суглинки, гравий и галька.                                              |
| ЧЕТВЕРТИЧНАЯ     | СРЕДНИЙ      |            | Q <sup>II/IV</sup>            |         |                 | Аллювиальные отложения четвертой надпойменной террасы р.Оби. Пески, супеси, гравий и галька.                                              |
|                  |              |            | Q <sup>II/III</sup>           |         |                 | Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р.Оби. Пески, супеси, гравий и галька.                                                 |
|                  |              |            | Q <sup>II/II</sup>            |         |                 | Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р.Оби. Пески, супеси, гравий и галька.                                                 |
|                  |              |            | Q <sup>II/I</sup>             |         |                 | Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р.Оби. Пески, супеси, гравий и галька.                                                 |
|                  |              |            | Q <sup>II/IV</sup>            |         |                 | Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р.Оби. Пески, супеси, гравий и галька.                                                 |
| ЧЕТВЕРТИЧНАЯ     | НИЖНИЙ       |            | Q <sup>I/IV</sup>             |         | 10-85           | Ниже - среднее звено. Коренная порода. Супесчаные отложения. Суглинки, супеси, гравий, галька, щебень, песок, супеси.                     |
|                  |              |            | Q <sup>I/III</sup>            |         | 27-30           | Коренная порода. Озерно-аллювиальные отложения. Суглинки, супеси, глина, гравий, щебень, песок и супеси.                                  |
|                  |              |            | Q <sup>I/II</sup>             |         | 20              | Коренная порода. Озерно-аллювиальные отложения. Суглинки, супеси, глина, гравий, щебень, песок и супеси.                                  |
|                  |              |            | Q <sup>I/I</sup>              |         | 20              | Коренная порода. Озерно-аллювиальные отложения. Суглинки, супеси, глина, гравий, щебень, песок и супеси.                                  |
|                  |              |            | Q <sup>I/IV</sup>             |         | 20              | Коренная порода. Озерно-аллювиальные отложения. Суглинки, супеси, глина, гравий, щебень, песок и супеси.                                  |
| ПАЛЕОГЕНОВАЯ     | ОЛИГОЦЕНОВЫЙ |            | P <sup>3</sup> m              |         | 0-60            | Новомайловская свита. Глины коричнево-серые и белые (каюновы). Алевриты, пески, бурый уголь.                                              |
|                  |              |            | P <sup>3</sup> m              |         | 0-60            | Новомайловская свита. Глины коричнево-серые и белые (каюновы). Алевриты, пески, бурый уголь.                                              |
|                  |              |            | P <sup>3</sup> m              |         | 0-60            | Новомайловская свита. Глины коричнево-серые и белые (каюновы). Алевриты, пески, бурый уголь.                                              |
|                  |              |            | P <sup>3</sup> m              |         | 0-60            | Новомайловская свита. Глины коричнево-серые и белые (каюновы). Алевриты, пески, бурый уголь.                                              |
|                  |              |            | P <sup>3</sup> m              |         | 0-60            | Новомайловская свита. Глины коричнево-серые и белые (каюновы). Алевриты, пески, бурый уголь.                                              |
| КАМЕННО-УГОЛЬНАЯ | НИЖНИЙ       | ТУРНЕЙСКИЙ | C <sup>1</sup> t              |         | 150-200         | Нижний отдел Турнейской ярус. Глинистые сланцы с прослоями песчаников и низкими известняков.                                              |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> C <sup>1</sup> |         |                 | Верхний отдел даурской системы - нижний отдел каменноугольной системы. Инская серия. Глинистые сланцы, алевриты, песчаники.               |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> C <sup>1</sup> |         |                 | Верхний отдел даурской системы - нижний отдел каменноугольной системы. Инская серия. Глинистые сланцы, алевриты, песчаники.               |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> C <sup>1</sup> |         |                 | Верхний отдел даурской системы - нижний отдел каменноугольной системы. Инская серия. Глинистые сланцы, алевриты, песчаники.               |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> C <sup>1</sup> |         |                 | Верхний отдел даурской системы - нижний отдел каменноугольной системы. Инская серия. Глинистые сланцы, алевриты, песчаники.               |
| ДЕВОНСКАЯ        | ФРАНСКИЙ     | ФАМЕНСКИЙ  | D <sup>3</sup> p <sup>2</sup> |         | <1500           | Франский ярус. Песчаная свита. Глинистые и алевриты-глинистые сланцы, известняки.                                                         |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> p <sup>2</sup> |         | <1500           | Франский ярус. Песчаная свита. Глинистые и алевриты-глинистые сланцы, известняки.                                                         |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> p <sup>2</sup> |         | <1500           | Франский ярус. Песчаная свита. Глинистые и алевриты-глинистые сланцы, известняки.                                                         |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> p <sup>2</sup> |         | <1500           | Франский ярус. Песчаная свита. Глинистые и алевриты-глинистые сланцы, известняки.                                                         |
|                  |              |            | D <sup>3</sup> p <sup>2</sup> |         | <1500           | Франский ярус. Песчаная свита. Глинистые и алевриты-глинистые сланцы, известняки.                                                         |

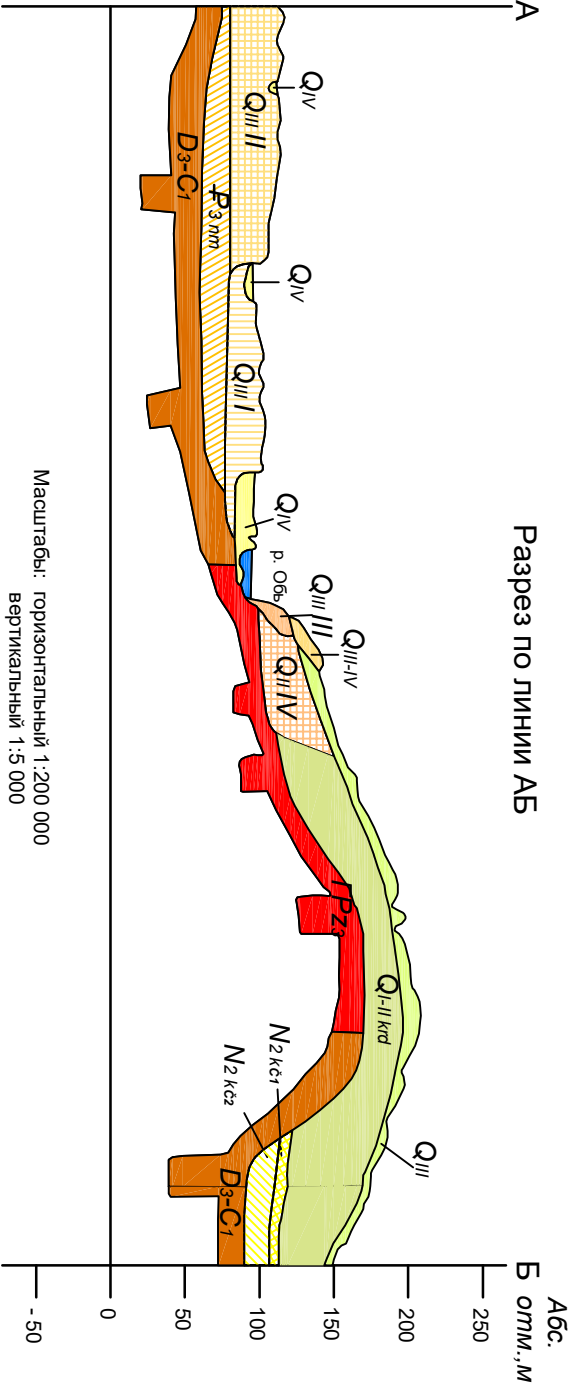


Карта составлена по материалам  
Горбачева А.Г., 2015 г.

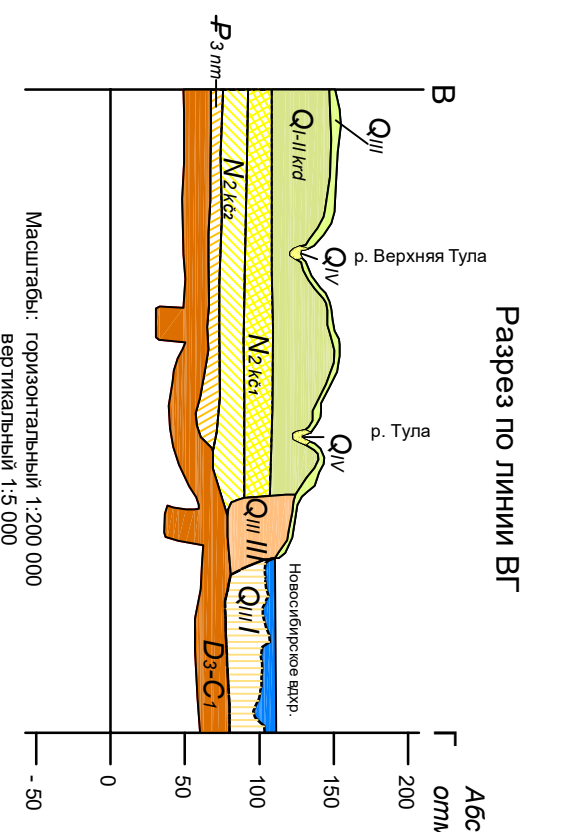
Сплошные горизонтали проведены через 40 метров

В 1 сантиметре 2 километра  
0 1 2 3 4 5

Разрез по линии АБ



Разрез по линии ВГ

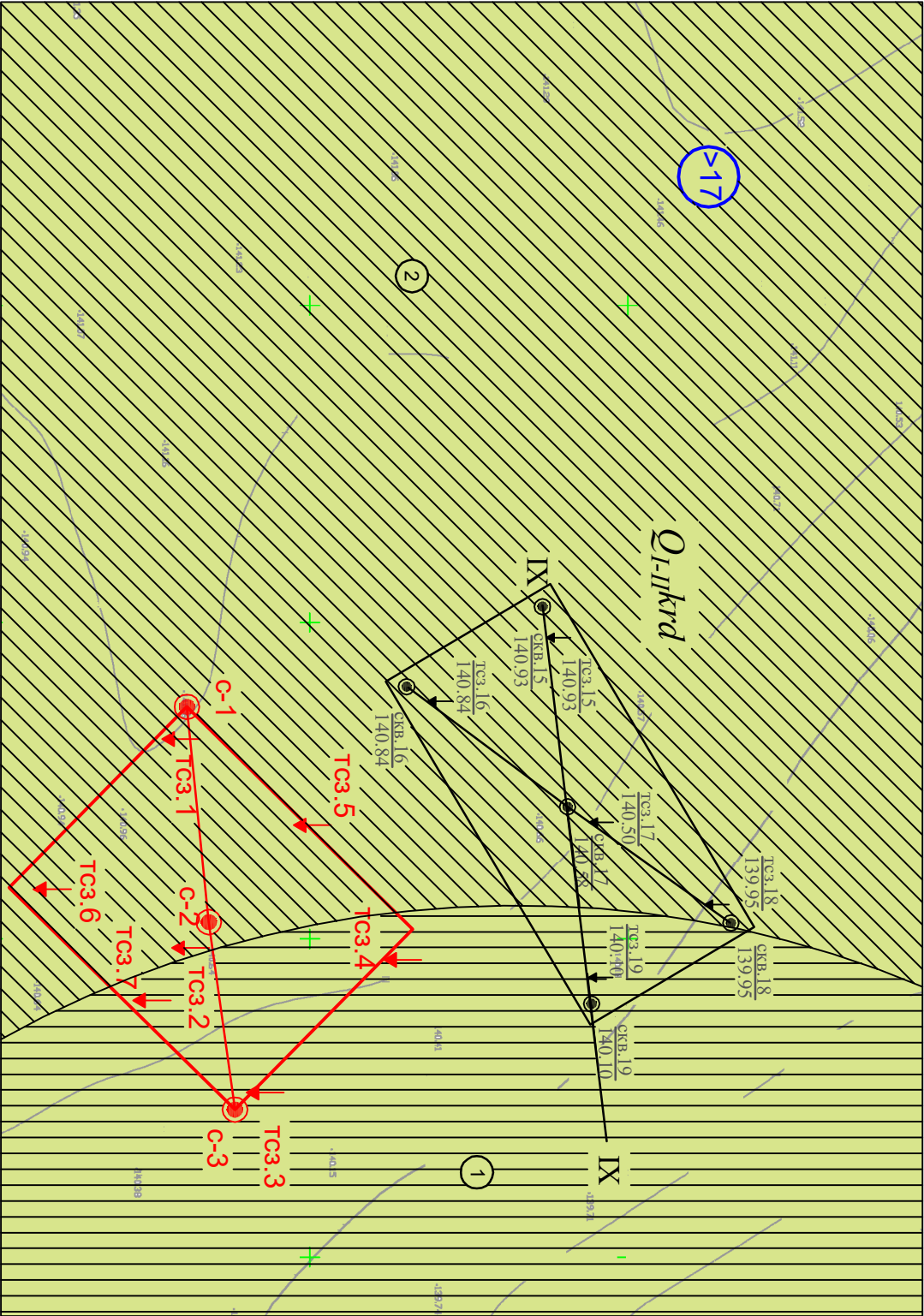


|                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |                                                   |                                             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| МОН                                                                                                                                   |                                                                                                                                              | национальный исследовательский центр токсикологии |                                             | 2017г. |
| РФ                                                                                                                                    | национальный исследовательский центр токсикологии                                                                                            |                                                   | Группа инженерно-геологических исследований |        |
| ИПР                                                                                                                                   | Специальность: 21.03.02 Проектирование сооружений<br>Специализация: Проектирование сооружений, зданий и инженерно-геологических исследований |                                                   | 3-21.12                                     |        |
| Дипломный проект                                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                                   |                                             |        |
| Тема: Проектирование условий строительства и проектирования для строительства инженерно-геологического центра "Медит" (г.Новосибирск) |                                                                                                                                              |                                                   |                                             |        |
| СОДЕРЖ. ЛИСТА                                                                                                                         |                                                                                                                                              | Геологическая карта                               |                                             |        |
| СТУДЕНТ                                                                                                                               |                                                                                                                                              | Карпова А.В.                                      |                                             |        |
| РУКОВОДИТЕЛЬ                                                                                                                          |                                                                                                                                              | Сторонова Л.А.                                    |                                             |        |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ                                                                                                                         |                                                                                                                                              | Гусев П.В.                                        |                                             |        |
|                                                                                                                                       |                                                                                                                                              | 1                                                 |                                             |        |



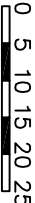
Карта инженерно-геологических условий площадки изысканий

Масштаб 1:1000



Примечание: почвенно-растительный слой с карты снят

В 1 сантиметре 10 метров



Автор: Картавин А.В. (2017г.)

Условные обозначения:

I. Стратиграфо-генетические комплексы

**Q<sub>I-II</sub> ktd**  
Нижне-среднечетвертичные субэраляльные отложения краснодубровской свиты

II. Выделенные слои и инженерно-геологические элементы

Почвенно-растительный слой

Сулинок пылеватый, легкий, твердый, сильнопросадочный, средненабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого.

Сулинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины.

Сулинок пылеватый, тяжелый, полутвердый, слабопучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка легкого и глины.

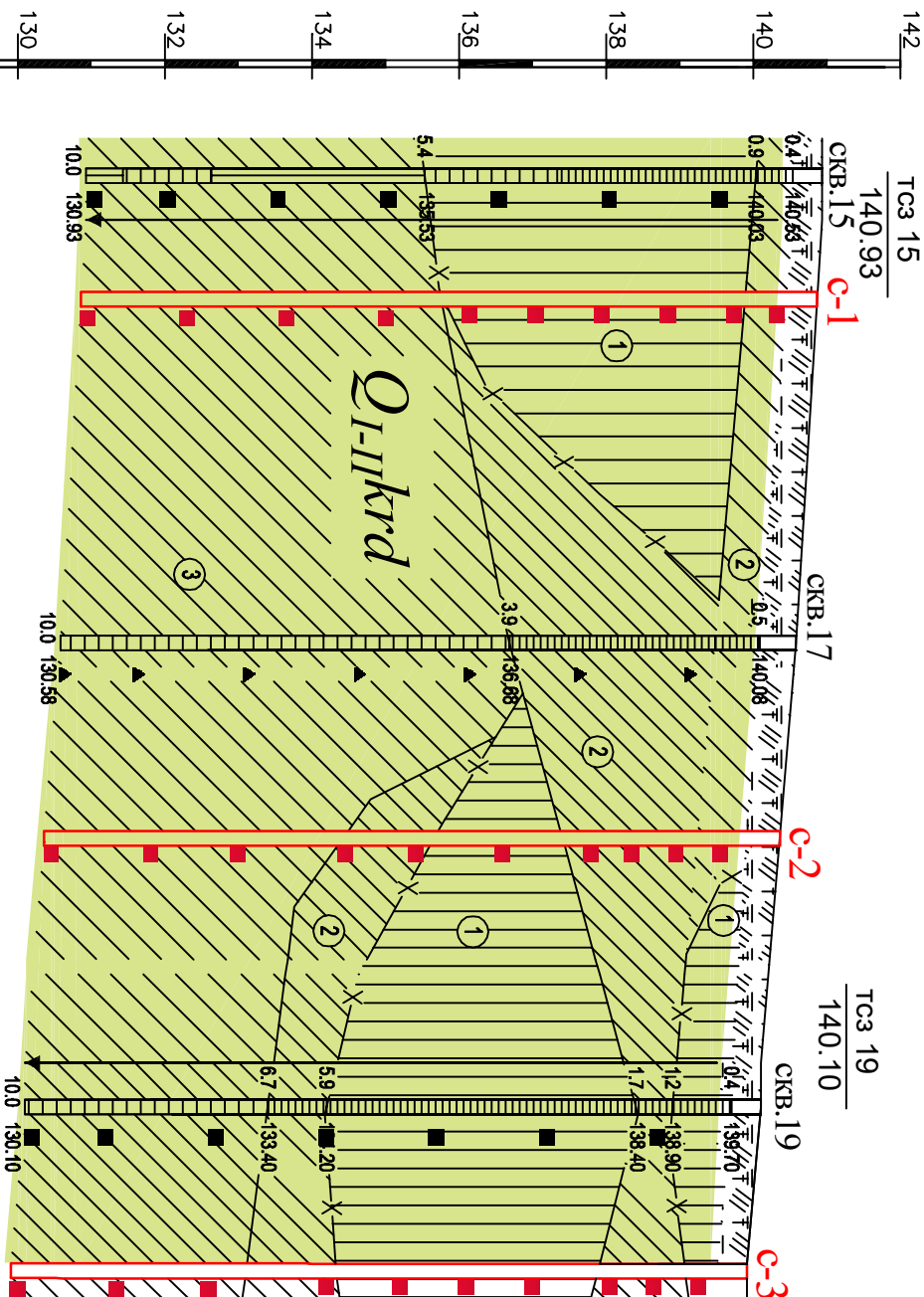
III. Инженерно-геологические разновидности грунтов по ИГЭ (по ГОСТ 25100-2011)

по показателю текучести  
суглинков

твердые I-I<0  
полутвердые 0,00<I<0,25  
тугопластичные 0,25<I<0,50

Абс. отп., м

Инженерно-геологический разрез по линии IX-IX



В 1 сантиметре 5 метров



Масштабы: горизонтальный 1:500  
вертикальный 1:100

V. Проектные работы

Контур проектируемого здания

Проектная скважина и ее номер

Проектируемая точка статического зондирования и ее номер

Проектная скважина с опробованием

Образец ненарушенной структуры

Образец нарушенной структуры

IV. Прочие обозначения

Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отп. устья, м

Точка статического зондирования: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отп. устья, м

Линия инженерно-геологического разреза

Изолинии рельефа, м

Граница инженерно-геологического элемента

Граница просадочной толщи при R = 0,3 МПа

Заглатание уровня грунтовых вод, м

СКВ. 15 Номер скважины

0.9 | 140.03 Граница между ИГЭ с глубиной заглатания подошвы слоя и абсолютной отметкой, м.

Образец ненарушенной структуры

Образец нарушенной структуры

① Номер ИГЭ

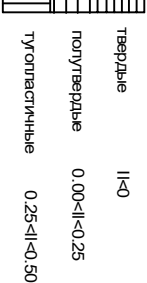
|                  |                                                                                             |               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| МОИ<br>РФ        | национальный исследовательский тоМСКИЙ                                                      | 2017г         |
| ИИР              | политехнический университет                                                                 | Группа 3-2112 |
| Дипломный проект |                                                                                             |               |
| ТЕМА             | Инженерно-геологические условия строительства логистического центра "Милит" (г.Новосибирск) |               |
| СОДЕРЖ. ЛИСТА    | Карта инженерно-геологических условий и инженерно-геологический разрез                      |               |
| СТУДЕНТ          | Картавин А.В.                                                                               | 2             |
| РУКОВОДИТЕЛЬ     | Сорокова Л.А.                                                                               |               |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ    | Гусева Н.В.                                                                                 |               |

Условные обозначения:

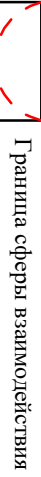
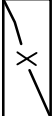
I. Выделенные слои и инженерно-геологические элементы

- Почвенно-растительный слой
- Суглинок пылеватый, легкий, твердый, сильнопропесочный, средненабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого.
- Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины
- Суглинок пылеватый, тяжелый, полутвердый, слабопучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка легкого и глины.

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



III. Прочие обозначения

- Скважина: в числителе номер скважины, в знаменателе - абс. отм. устья, м
- Активная зона
- Плат свайного фундамента
- Граница между ИГЭ с глубиной залегания подошвы слоя и абсолютной отметкой, м.
- Граница просадочной толщи при R = 0,3 МПа
- Номер ИГЭ

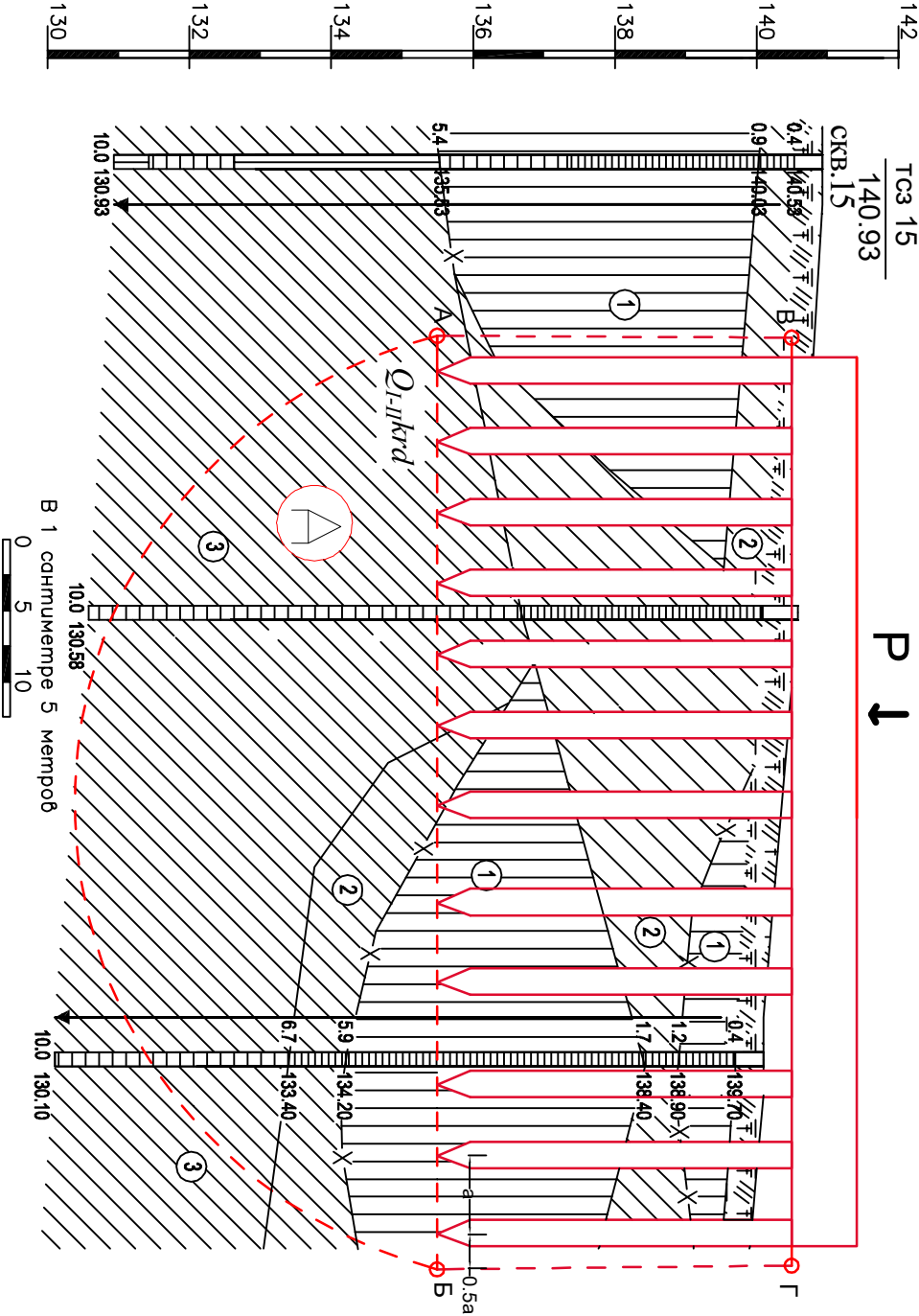
СВОДНАЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛОНКА С НОРМАТИВНЫМИ И РАСЧЕТНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

| Номер слоя (ИГЭ) | Мощность слоя, м |            | Описание слоя (ИГЭ) | Литоги- чесый разрез поделкой                                                                                                                                              | Статистический показатель | 7                                           | 8                                         | 9                                            | 10                           | 11                             | 12                                              | 13                 | Плотность, ρ, г/см³ грунта |                               | 15               | 16                                                | 17                     | 18                      | Модуль деформации, Е, МПа |                         | 21                     | 22                      | 23                         | 24                         | 25                         |
|------------------|------------------|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                  | наименьшая       | наибольшая |                     |                                                                                                                                                                            |                           | Природная влажность, W <sub>п</sub> , д. е. | Граница текучести, W <sub>л</sub> , д. е. | Граница раскатывания, W <sub>р</sub> , д. е. | Число пластичности, φ, д. е. | Показатель текучести, f, д. е. | Плотность частиц грунта, ρ <sub>с</sub> , д. е. | при ест. влажности | водонасыщ. состоянии       | сухого грунта, ρ <sub>д</sub> | Пористость, n, % | Коэффициент водонасыщения, S <sub>г</sub> , д. е. | естественной влажности | водонасыщенн. состоянии | естественной влажности    | водонасыщенн. состоянии | естественной влажности | водонасыщенн. состоянии | Удельное сцепление, c, кПа | Удельное сцепление, c, кПа | Удельное сцепление, c, кПа |
| 1                | 0.3              | 0.5        | 0.4                 | Почвенно-растительный слой                                                                                                                                                 |                           |                                             |                                           |                                              |                              |                                |                                                 |                    |                            |                               |                  |                                                   |                        |                         |                           |                         |                        |                         |                            |                            |                            |
| 2                | 0.3              | 0.5        | 0.4                 | Суглинок пылеватый, легкий, твердый, сильнопропесочный, средненабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого     |                           |                                             |                                           |                                              |                              |                                |                                                 |                    |                            |                               |                  |                                                   |                        |                         |                           |                         |                        |                         |                            |                            |                            |
| 3                | 0.7              | 8.5        | 3.6                 | Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины |                           |                                             |                                           |                                              |                              |                                |                                                 |                    |                            |                               |                  |                                                   |                        |                         |                           |                         |                        |                         |                            |                            |                            |
| 4                | 0.9              | 4.5        | 2.4                 | Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого         |                           |                                             |                                           |                                              |                              |                                |                                                 |                    |                            |                               |                  |                                                   |                        |                         |                           |                         |                        |                         |                            |                            |                            |
| 5                | 0.5              | 8.8        | 3.0                 | Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины |                           |                                             |                                           |                                              |                              |                                |                                                 |                    |                            |                               |                  |                                                   |                        |                         |                           |                         |                        |                         |                            |                            |                            |
| 6                | 0.7              | 8.5        | 3.6                 | Суглинок пылеватый, легкий, твердый, непросадочный, сильнонабухающий, непучинистый, незазоленный, с примесью органического вещества, с прослоями суглинка тяжелого и глины |                           |                                             |                                           |                                              |                              |                                |                                                 |                    |                            |                               |                  |                                                   |                        |                         |                           |                         |                        |                         |                            |                            |                            |

И-среднее (нормативное) значение  
Х<sub>р0.85</sub> - расчетное значение при доверительной вероятности 0.85  
Х<sub>р0.95</sub> - расчетное значение при доверительной вероятности 0.95  
n - число определений

Расчетная схема основания сооружения

Абс. отм., м  
Тсз 15  
140.93  
Масштабы: горизонтальный 1:500  
вертикальный 1:100  
P ↑



| Номер инженерно-геологического элемента | Показатели физико-механических свойств пород | Виды показателя | Цель определения                            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|
| 1                                       | ρ <sub>n</sub> плотность                     | нормативный     | Расчет природного давления                  |
|                                         | I <sub>L</sub> показатель текучести          | нормативный     | Определение несущей способности свай        |
|                                         | E модуль деформации                          | нормативный     | Расчет осадки                               |
| 2                                       | E <sub>си</sub> относительная просадочность  | нормативный     |                                             |
| 3                                       | ρ <sub>n</sub> плотность                     | расчетный       | Определение расчетного сопротивления грунта |
|                                         | c <sub>п</sub> удельное сопротивление        | расчетный       |                                             |
|                                         | φ <sub>п</sub> угол внутреннего трения       | расчетный       |                                             |
|                                         | I <sub>L</sub> показатель текучести          | нормативный     |                                             |

|                  |  |                                                                                                                                      |  |                  |
|------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|
| МОИ<br>РФ        |  | НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ<br>ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ                                                                |  | 2017г            |
| ИИР              |  | Специальность: 21.05.02 Прикладная геология<br>Специализация: Поиски и разведка подземных вод и<br>инженерно-геологические изыскания |  | Группа<br>3-2112 |
| Дипломный проект |  |                                                                                                                                      |  |                  |
| ТЕМА             |  | Инженерно-геологические условия сета Верх-Тула и проект изысканий<br>для строительства логистического центра "Мягит" (г.Новосибирск) |  |                  |
| СОДЕРЖ. ЛИСТА    |  | Расчетная схема основания сооружения, таблица параметров грунтов для<br>вычисления коэффициента пористости ИГЭ                       |  |                  |
| СТУДЕНТ          |  | Куртанин А.В.                                                                                                                        |  |                  |
| РУКОВОДИТЕЛЬ     |  | Сорокова Л.А.                                                                                                                        |  |                  |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ    |  | Гусева Н.В.                                                                                                                          |  |                  |
|                  |  | 3                                                                                                                                    |  |                  |



# ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД

на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м

Тип и группа скважины-IIa

Буровая установка - ПБУ-2

Привод - дизель

Буровые трубы - ТБСУ П 55х4,5

Способ бурения - колонковый, без применения промывочной жидкости

Способ отбора монолитов - вдавливаемый грунтонос

Тип грунтоноса - ГВ - 1Н

| Геологическая часть |                        |                                     |                    |      |                  |                 | Техническая часть    |                            |                                    |                                          | Примечание                 |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|------|------------------|-----------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Линейный масштаб    | Литологическая колонка | Характеристика пород                | Интервал залегания |      |                  | Категория пород | Возможные осложнения | Схема конструкции скважины | Диаметр (мм) и глубина бурения (м) | Диаметр (мм) и глубина обсадных труб (м) |                            | Тип породоразрушающего инструмента                                                                                | Технологические параметры бурения                                                                                                         |
|                     |                        |                                     | от                 | до   | мощность слоя, м |                 |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 1,0                 |                        | Почвенно-растительный слой          | 0,0                | 0,4  | 0,4              | I               |                      |                            | $\frac{151}{0-7,0}$                | -                                        | коронка типа М1<br>d=151мм | Частота вращения инструмента 80-200 об/мин<br>Величина рейса-1,0...1,5 м<br>Осевая нагрузка на забой 1,5...2,5 кН | Отбор монолитов вдавливаемым грунтоносом ГВ-1Н.<br>Наружный диаметр грунтоноса - 108 мм.<br>Длина - 605 мм.<br>Масса грунтоноса - 8,6 кг. |
| 2,0                 |                        | Оглинок твердый, силикатосодержащий | 0,4                | 1,1  | 0,7              | I               |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 3,0                 |                        | Оглинок твердый, непроסодочный      | 1,1                | 2,3  | 1,2              | III             |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 4,0                 |                        | Оглинок твердый, силикатосодержащий |                    |      |                  | I               |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 5,0                 |                        |                                     | 2,3                | 5,5  | 2,2              |                 |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 6,0                 |                        |                                     |                    |      |                  |                 |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 7,0                 |                        | Оглинок твердый, непроסодочный      | 5,5                | 7,0  | 1,5              | III             |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 8,0                 |                        | Оглинок полутвердый                 |                    |      |                  | II              |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 9,0                 |                        |                                     | 7,0                | 10,0 | 3,0              |                 |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 10,0                |                        |                                     |                    |      |                  |                 |                      |                            |                                    |                                          |                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

|      |                                                                                                                                   |               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| МОИН | национальный исследовательский томский                                                                                            | 2017г         |
| РФ   | политехнический университет                                                                                                       |               |
| ИИР  | Специальность: 21.05.02 Прикладная геология<br>Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания | Группа 3-2112 |

## Дипломный проект

|               |                                                                                                                              |  |  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| ТЕМА          | Инженерно-геологические условия села Верх-Тула и проект изысканий для строительства дорожного центра "Милит" (г.Новосибирск) |  |  |
| СОДЕРЖ. ЛИСТА | Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м                                          |  |  |

|               |               |   |
|---------------|---------------|---|
| СТУДЕНТ       | Картавин А.В. | 4 |
| РУКОВОДИТЕЛЬ  | Спрокова Л.А. |   |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ | Гусева Н.В.   |   |
| КОНСУЛЬТАНТ   | Шестеров В.П. |   |

Просадочные грунты

Просадочный грунт - грунт, который под действием нагрузки, соответствующей весу вышележащей толщи грунта, при замачивании водой претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки  $\xi_{sl} \geq 0.01$

Относительная деформация просадки  $\xi_{sl}$  определяется по результатам испытаний грунтов в компрессионных приборах с замачиванием образцов.

Она представляет собой относительное сжатие грунта при заданных давлениях и степени повышения влажности

Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки грунтов от собственного веса подразделяют на два типа:

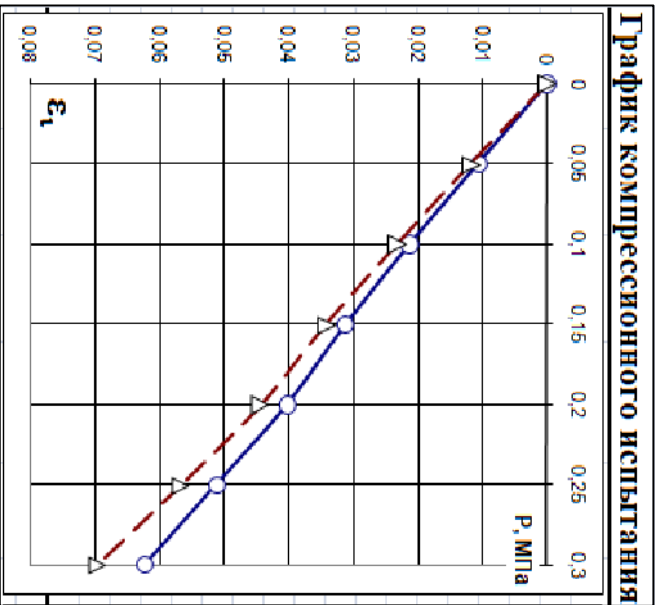
- I тип - грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см;
- II тип - грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и ее величина превышает 5 см.

Грунты непросадочные

Данные испытаний образца ненарушенной структуры в приборе КТР-1

| Компрессионные испытания грунтов |                    |                 |                    |                 |                            |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| Вертикал. давление               | Деформация образца | Относит. сжатие | Деформация образца | Относит. сжатие | Относит. деформ. просадоч. |
| P                                | мм                 | $\epsilon_v$    | мм                 | $\epsilon_v$    | $\epsilon_{sl}$            |
| МПа                              | Природный W        |                 | Плод водой         |                 |                            |
| 0                                |                    | 0               | 0                  |                 |                            |
| 0.05                             | 0.26               | 0.011           | 0.012              | 0.001           |                            |
| 0.10                             | 0.52               | 0.021           | 0.023              | 0.002           |                            |
| 0.15                             | 0.76               | 0.031           | 0.034              | 0.003           |                            |
| 0.20                             | 0.97               | 0.040           | 0.044              | 0.004           |                            |
| 0.25                             | 1.22               | 0.051           | 0.057              | 0.006           |                            |
| 0.30                             | 1.47               | 0.062           | 1.63               | 0.070           | 0.007                      |

График зависимости относительного сжатия  $\xi$  от вертикального давления P, МПа

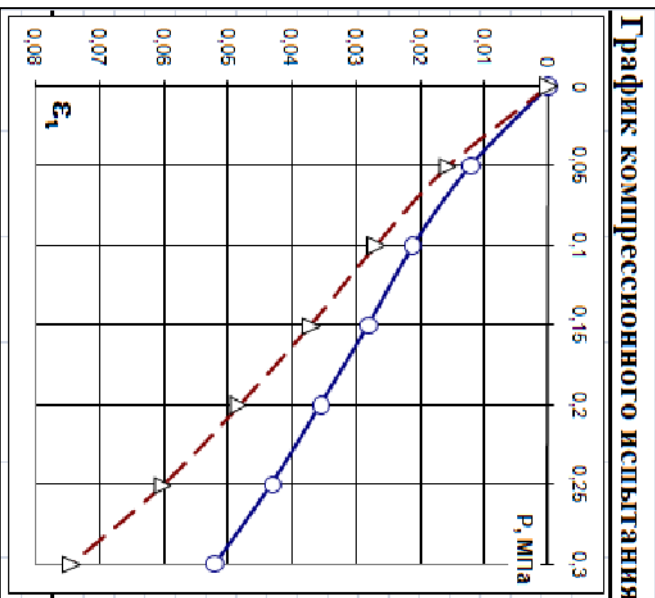


Грунты просадочные I типа

Данные испытаний образца ненарушенной структуры в приборе КТР-1

| Компрессионные испытания грунтов |                    |                 |                    |                 |                            |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| Вертикал. давление               | Деформация образца | Относит. сжатие | Деформация образца | Относит. сжатие | Относит. деформ. просадоч. |
| P                                | мм                 | $\epsilon_v$    | мм                 | $\epsilon_v$    | $\epsilon_{sl}$            |
| МПа                              | Природный W        |                 | Плод водой         |                 |                            |
| 0                                |                    | 0               | 0                  |                 |                            |
| 0.05                             | 0.30               | 0.012           | 0.016              | 0.004           |                            |
| 0.10                             | 0.52               | 0.021           | 0.027              | 0.006           |                            |
| 0.15                             | 0.68               | 0.028           | 0.037              | 0.009           |                            |
| 0.20                             | 0.86               | 0.035           | 0.048              | 0.013           |                            |
| 0.25                             | 1.03               | 0.043           | 0.060              | 0.017           |                            |
| 0.30                             | 1.24               | 0.052           | 1.73               | 0.074           | 0.022                      |

График зависимости относительного сжатия  $\xi$  от вертикального давления P, МПа

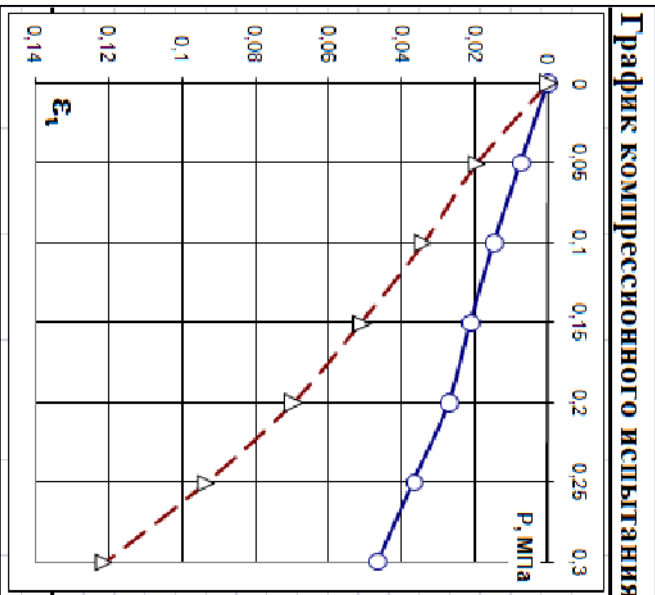


Грунты просадочные II типа

Данные испытаний образца ненарушенной структуры в приборе КТР-1

| Компрессионные испытания грунтов |                    |                 |                    |                 |                            |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| Вертикал. давление               | Деформация образца | Относит. сжатие | Деформация образца | Относит. сжатие | Относит. деформ. просадоч. |
| P                                | мм                 | $\epsilon_v$    | мм                 | $\epsilon_v$    | $\epsilon_{sl}$            |
| МПа                              | Природный W        |                 | Плод водой         |                 |                            |
| 0                                |                    | 0               | 0                  |                 |                            |
| 0.05                             | 0.18               | 0.007           | 0.019              | 0.012           |                            |
| 0.10                             | 0.36               | 0.015           | 0.034              | 0.019           |                            |
| 0.15                             | 0.52               | 0.021           | 0.051              | 0.030           |                            |
| 0.20                             | 0.66               | 0.027           | 0.069              | 0.043           |                            |
| 0.25                             | 0.88               | 0.036           | 0.093              | 0.057           |                            |
| 0.30                             | 1.11               | 0.046           | 2.70               | 0.121           | 0.075                      |

График зависимости относительного сжатия  $\xi$  от вертикального давления P, МПа

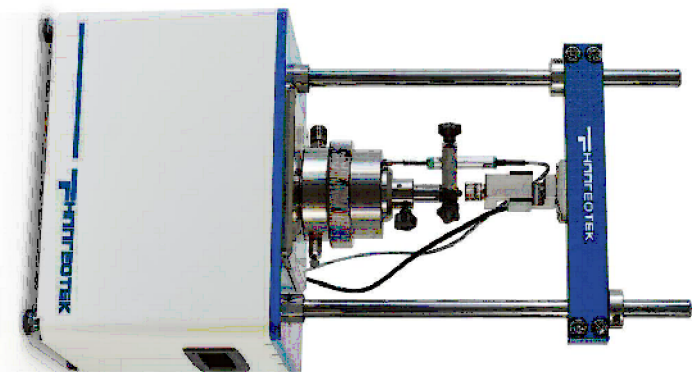


Формула определения относительной просадочности

$$\xi_{sl} = \frac{h_{n,p} - h - h_{sw,p}}{h_{n,g}}$$

, где  $\xi_{sl}$  - относительная деформация просадочности;  $h_{n,p}$  и  $h_{sw,p}$  - высота образца соответственно природной влажности и после его полного водонасыщения ( $W = w_{sat}$ ) при давлении P, равном вертикальному напряжению на рассматриваемой глубине от внешней нагрузки и собственного веса грунта;  $h_{n,g}$  - высота того же образца природной влажности при давлении, равном собственному весу грунта.

Прибор для испытаний образцов грунта на компрессионное сжатие



Просадочные грунты, Канзас-Сити



|                  |                                                                                                                                   |               |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Мин РФ           | национальный исследовательский томский политехнический университет                                                                | 2017г         |
| ИИР              | Специализация: 21.05.02 Прикладная геология<br>Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания | Группа 3-2112 |
| Дипломный проект |                                                                                                                                   |               |
| ТЕМА             | Инженерно-геологические условия села Верх-Тула и проект изысканий для строительства логистического центра "Мягит" (г.Новосибирск) |               |
| СОДЕРЖ. ЛИСТА    | Просадочные грунты                                                                                                                |               |
| СТУДЕНТ          | Картавин А.В.                                                                                                                     | 5             |
| РУКОВОДИТЕЛЬ     | Сорокова Л.А.                                                                                                                     |               |
| ЗАВ. КАФЕДРОЙ    | Гусева Н.В.                                                                                                                       |               |