

Реферат

Дипломный проект 131 с., 28 рис., 19 табл., 64 источника, 3 приложения, 5 листов графического материала.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, горные породы, состав, свойства и условия залегания горных пород, гидрогеологические условия, изученность, проект изысканий, объемы работ, методика, смета.

Объект разработки: инженерно-геологические условия и проект изысканий под строительство гостиницы в районе вокзала г. Перми

Цель проекта – оценка инженерно-геологических условий участка, изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов работ, их объемов и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации.

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

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

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2015, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2010.

Введение

Настоящая работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка под строительство гостиницы в районе вокзала г. Пермь.

Город Пермь расположен на востоке европейской части России, административный центр Пермского края. Пермь представляет собой крупнейший многоотраслевой промышленный центр с высокой концентрацией производства и населения, создающих высокую техногенную нагрузку на природную геосистему.

Целью проектирования является изучение инженерно-геологических условий участка и проект инженерно-геологических изысканий для строительства двухэтажной гостиницы на стадии рабочей документации.

Целью инженерно-геологических изысканий на исследуемом участке является комплексное изучение инженерно-геологических, гидрогеологических, геоморфологических и тектонических условий, а также изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений и прогноз возможного изменения инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой. Результатом инженерно-геологических изысканий является получение необходимых и достаточных материалов для разработки проекта строительства и разработки защитных мероприятий объектов строительства от опасных геологических процессов.

В работе над проектом использованы фондовые материалы инженерно-геологических изысканий ОАО «Сибгипротранспуть» – филиал АО «Росжелдорпроект» (г. Новосибирск).

1 Общая часть. Природные условия района строительства

1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика

Для всей территории Пермской области характерен умеренный континентальный климат. Важнейшим климатообразующим фактором для обследуемого района является западный перенос воздушных масс. Другим немаловажным фактором является особенность рельефа региона, главным образом, барьерный эффект Уральских гор.

Климат региона определяется не только его географическим положением, но и значительной протяженностью в меридиональном направлении. Отчетливо выступает закономерное изменение основных климатических характеристик с северо-запада на юго-восток: среднегодовых температур от 3 до 1 °С (рис. 1.1), годовой суммы осадков от 600 до 300 мм. Большое влияние на климат оказывают и крупные водохранилища на Каме и Волге, изменяя тепловой режим, особенно осенью и зимой, а летом выравнивая суточный ход температур.

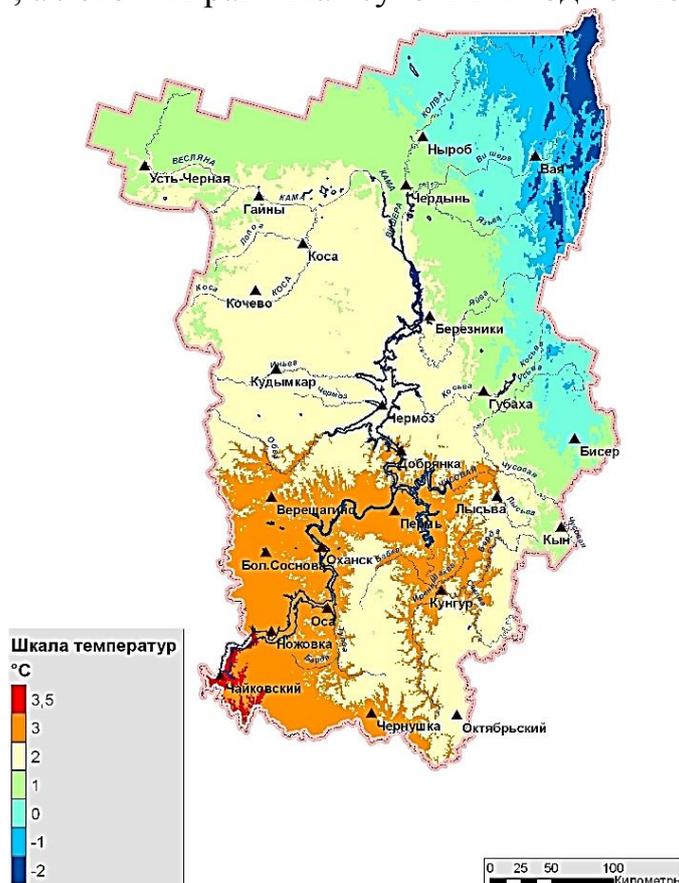


Рис. 1.1. Среднегодовая температура воздуха Пермской области [4]

Согласно СП 131.13330.2012 г. [49] г. Пермь относится к климатическому району 1В.

Нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков и глин составляет 1,59 м; для супеси, песков мелких и пылеватых – 1,93 м; для песков гравелистых, крупных и средней крупности – 2,07 м; для крупнообломочных грунтов – 2,35 м [47, 49].

Территория г. Перми расположена на восточной окраине Русской равнины. Рельеф территории речного происхождения, сформировавшийся в результате речного морфогенеза: глубинной, боковой, регрессивной эрозии и аккумуляции. Рельефообразующими элементами являются река Кама, ее притоки и овраги.

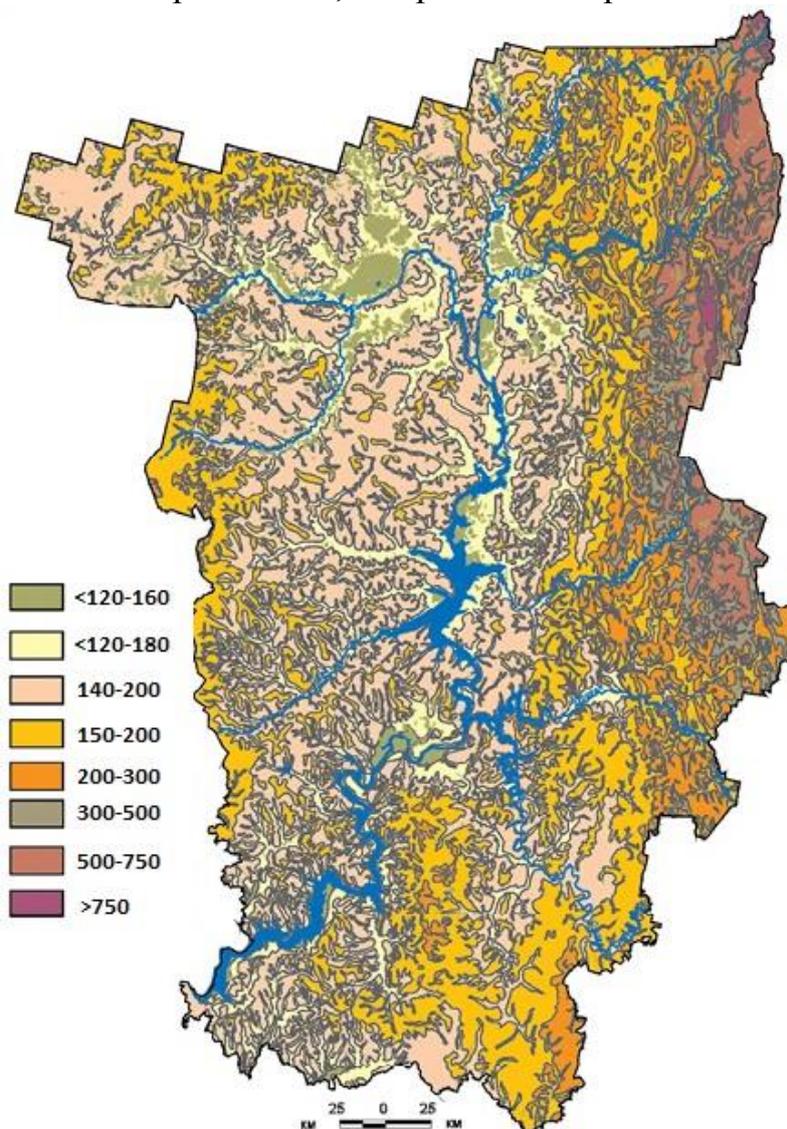


Рис. 1.2 – Геоморфологическая карта Пермской области [4]

Основными формами рельефа являются пойма и аккумулятивно-эрозионные надпойменные террасы. На поверхности поймы много заболоченных участков, часть из них заторфованные.

По внешнему облику рельеф территории равнинный, по морфологическим категориям – волнистый, холмистый, увалистый, балочный и долинный. По отношению к уровню океана – низкий (абс.отм. 92–180 м), по глубине расчленения – от очень мелкого и мелкого на пойме, первой и второй террасах, до крупного на высоких террасах, по густоте расчленения – слабо- и среднерасчлененный.

Долина р. Камы имеет четко выраженный характер с террасированными склонами. В районе Камской ГЭС, где река прокладывает свое русло через Краснокамско–Полазненский вал, долина сужена. Узкий глубоководный участок реки заключен между высокими крутыми берегами. Ниже плотины река течет по днищу впадины между Лобановским и Краснокамско–Полазненским валами. От плотины и ниже долина асимметричная: крутой левый берег с превышением над урезом воды до 60–70 м, изрезанный субпараллельными крутопадающими долинами малых рек, и широкое пойменное пространство правобережья, постепенно повышающееся к водоразделу с р. Гайвой, ориентированному широтно [12].

Долина реки Камы осложнена многочисленными долинами малых рек, впадающими в нее с обеих сторон, преимущественно левобережных. В нижней части склонов долин (в основном правобережных) малых рек фиксируются выходы подземных вод – родники. Но в связи со строительным освоением территории вершины многих логов и долин малых рек сnivelированы, в большинстве случаев подсыпкой, реже срезкой грунтов. В связи с нарушением естественных склонов, родники меняют свои места выходов на поверхность, что не лучшим образом отражается на инженерно-геологической обстановке.

Рельеф территории характеризуется наличием выровненных поверхностей и склонов, образовавшихся в результате глубинной и боковой эрозии р. Камы, ее притоков и временных водотоков. По доминирующим процессам склоны эрозионные и делювиальные.

Относительная высота склонов р. Камы 25–50 м, притоков – 15–45 м. Поверхность склонов изрезана бороздами, промоинами, оврагами. Склоны покрыты маломощным делювием (0,1–3 м), местами обнажаются коренные породы, в приподошвенной части – отложения делювиально-коллювиальные мощностью 3–5 м.

В целом территория города характеризуется довольно запущенным, частично искусственно созданным рельефом: спланированные участки перемежаются с различными выемками, которые со временем начинают

заболочиваться, а также являются несанкционированными свалками мусора. Различные по объему свалки мусора фиксируются по всей территории, особенно на склонах долин малых рек и их отвершков.

Территория города является частью долины реки Камы и частично (узкая полоса на северо-востоке) р. Чусовой. На формирование их решающее влияние оказали как тектонические, так и эрозионно-аккумулятивные процессы в неоген-четвертичное время.

В литологическом разрезе выделяются три фации: русловая (песчано-гравийный материал мощностью 3–10 м); прирусловые отмели (сложены песками, преимущественно мелкими, мощностью 2–4 м); пойменная (сложенная переслаивающимися глинистыми грунтами, участками заторфованными, с линзами торфа мощностью 0,1–6 м).

Мощность пойменного аллювия достигает 18–20 м, средняя на левом берегу 13–15 м, на правом 14–17 м.

Первая надпойменная терраса на левобережье прослеживается от плотины ГЭС вниз по течению в виде узкой полосы, окаймляющей пойму, и только в междуречье Данилихи и Мулянки расширяется до 700 м. Это аккумулятивная терраса. В разрезе выделяются два горизонта: нижний – песчано-гравийно-галечниковый мощностью 2–7 м и верхний – песчаный мощностью 5–15 м с редким гравием, с прослоями и линзами супеси и суглинка [12].

Вторая надпойменная терраса на левобережье простирается от нижнего течения р. Данилихи до р. Мулянки шириной от 1 км до 1,4 км. Отметки поверхности достигают 100–110 м. Превышение над урезом р. Камы 13–23 м, на повышенных участках до 25–30 м. Отметки цоколя на левобережье 88–98 м. Нижняя часть аллювия мощностью до 0,3–3 м представлена невыдержанными песчано-гравийными образованиями, перекрытыми разнозернистыми песками мощностью 4–11 м. По возрасту терраса относится к верхнему звену неоплейстоцена Q_{III} .

Третья надпойменная терраса сохранилась от размыва на левобережье в междуречьях Данилихи–Мулянки и Данилихи–Егошихи. Поверхность террасы в центральной части города значительно размыва и прорезана долиной р. Данилихи, крутым склоном опускается почти непосредственно к руслу р. Камы. Отметки поверхности 110–125 м, высота над урезом 23–38 м, отметки цоколя 100–114 м. Аллювий в основании разреза представлен песчано-гравийными отложениями мощностью от 2 до 10 м, которые перекрываются разнозернистыми песками с прослоями и линзами суглинками и супеси [12].

Четвертая надпойменная терраса на левобережье простирается от устья р. Чусовой к району Балмошной и далее до р. Мулянки.

Разнообразие геоморфологической обстановки территории города влечет за собой разнообразие геологического типа разрезов, гидрогеологической обстановки и связанного с ними фактора подтопления.

Гидрографическая сеть исследуемой территории относится к бассейну реки Камы, которая является главной водной артерией.

Река Кама берет начало на северном склоне Верхнекамской возвышенности и является наиболее значительным притоком р. Волги. Длина реки 1 805 км, площадь водосбора 507 000 кв. м, общее падение от истока до устья 229 м. Гидрографическая сеть бассейна достаточно хорошо развита. Правобережные притоки р. Камы берут начало на равнинах, протекают в пойменных берегах и являются типичными равнинными реками. Левобережные притоки стекают с западного склона Уральского хребта и испытывают влияние горной части бассейна, отличаются повышенной водностью.



Рис. 1.3. Набережная реки Кама, г. Пермь [62]

Водный режим р. Камы характеризуется высоким продолжительным весенним половодьем, во время которого наблюдаются наибольшие в году расходы воды, неустойчивой летне-осенней и глубокой зимней меженью.

Река Кама у г. Перми зарегулирована системой водохранилищ – Камским и Воткинским. Камский гидроузел расположен ниже впадения р. Чусовой, выше г. Перми, Воткинский – у г. Чайковского. Подпор от плотины Воткинской ГЭС распространяется по реке до нижнего бьефа

КамГЭС, в соответствии с этим территория г. Перми находится в зоне влияния двух водохранилищ. Оба они входят в число крупнейших равнинных водохранилищ России, общая их протяженность около 650 км. Суммарная регулируемая емкость – 12,9 куб. км, что составляет 24 % среднего стока р. Камы в створе Воткинской ГЭС, позволяет осуществлять сезонное, недельное, суточное регулирование стока [15].

Камское водохранилище образовано в 1953 г. в результате перекрытия реки Камы плотиной Камского гидроузла в районе г. Перми.

Воткинское водохранилище образовано в 1961 г. в результате сооружения на Каме в районе г. Чайковского второй ступени Камского каскада – Воткинского гидроузла.

Воткинское водохранилище относится к водохранилищам с сезонным регулированием стока. Наполнение водохранилища производится ежегодно в весенний период, накопленный объем воды сбрасывается полностью или частично в том же году [15].

Суточная амплитуда колебания уровня воды в районе г. Перми составляет 10–30 см, в летний период и до 40 см в зимний сезон, амплитуда изменения уровня воды, обусловленная недельным регулированием стока, не превышает 6–7 см. При резком сокращении или полном прекращении попусков Камской ГЭС на Воткинском водохранилище прослежены сейшеподобные колебания уровня с начальным периодом 6–8 часов и узлом равновесия в районе г. Оса – с. Елово. Амплитуда этих колебаний в обычных условиях сравнительно невелика.

Впадающие в реку Каму водотоки образуют внутригородскую речную сеть. Долины притоков почти параллельны между собой и перпендикулярны главной реке.

По территории г. Перми протекает около 100 водотоков, образующих сложную речную сеть, представленную малыми реками (51–100 км), очень малыми (11–25 км) и самыми малыми (0,1–10 км). К большим рекам относятся Кама (1805 км) и Чусовая (598 км), находящиеся в настоящее время в зарегулированном состоянии. В границах города малые реки подвергаются значительному антропогенному прессингу в виде поступления неочищенных промышленных сточных и канализационных вод, на их берегах размещены свалки мусора. Кроме того, в городе наблюдается активизация эрозионных процессов в виде овражной деятельности, подработки склонов и плоскостного смыва. Многочисленные трубы, переходы и переезды нарушают естественный режим русловых процессов.

Реки, протекающие по территории города Перми, относятся к равнинным водотокам с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенними дождевыми паводками и устойчивой длительной зимней меженью.

Водный режим р. Камы характеризуется высоким продолжительным весенним половодьем, во время которого наблюдаются наибольшие в году расходы воды, неустойчивой летне-осенней и глубокой зимней меженью.

Летне-осенняя межень ежегодно от одного до трех раз прерывается дождевыми паводками.

В годовом питании водотоков преимущественное значение имеют снеговые воды (до 56 %), дождевые воды (20 %), подземный сток (24 %). Соотношение подземной и поверхностной составляющих стока существенно меняется по сезонам. Весной доля подземного стока невелика – в среднем 10–15 % от суммарного стока за сезон. В поверхностном стоке (85–90 %) почти исключительная роль принадлежит талым водам, поскольку в период весеннего половодья дождевые осадки, как правило, незначительны. Суммарный сток в период летне-осенней межени складывается на 50–60 % из поверхностного и на 40–50 % из подземного стока. В зимнюю межень питание на 100 % состоит из подземного стока. Средний годовой сток по территории района изменяется по модулю стока в пределах 7,0–7,5 л/с с 1 кв. м, по слою стока он равен 240 мм.

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Городу Перми более 285 лет, но освоение его территории (застройка) шло хаотично и изыскания в досоветский период не проводились, за исключением изысканий под железную дорогу Пермь–Екатеринбург.

В более поздний период геолого-гидрогеологические исследования связаны с изучением медистых песчаников, разработка которых на территории города проводилась в XVIII–XIX веках, а также региональным изучением геологического строения и решением отдельных вопросов водоснабжения.

Только в годы первых пятилеток, в связи с развивающимся промышленно-гражданским и намечающимся гидротехническим строительством (Камская ГЭС), на исследуемой территории проводятся специальные инженерно-геологические и гидрогеологические (преимущественно для водоснабжения) изыскания, выполняемые, как правило, при отсутствии кондиционной геологической основы. Среди этих исследований следует отметить поиски водоисточников, гидрогеологическое обследование г. Молотова и других территорий Большой Перми, выполненные в 1933 г. и последующие годы сотрудниками Пермского университета, а также комплексные изыскания, выполненные в 1932–1938 гг. в долине р. Камы для оценки условий строительства ГЭС, продолженные в последующие годы.

В связи с строительным освоением кварталов и прилегающих к ним территорией, начиная с 1936–1941 гг. в левобережной части долины р. Камы проводятся инженерно-геологические изыскания под отдельные наиболее значимые здания и сооружения различными организациями.

С 1973 г. материалы инженерно-геологических изысканий на территории города начинают концентрироваться в специализированной организации – ВерхнекамГИСИЗ – в техническом архиве (фондах) которого накапливаются материалы изысканий как под площадки отдельных зданий (или группы зданий), так и площадные (в пределах микрорайона).

В правобережной части долины работы по изучению инженерно-геологических условий начались с пуском автодорожного моста через реку Каму в 1967 г. Освоение же правобережной части территории произошло еще в начале XX столетия. Однако даже левобережная часть (наиболее заселенная и изученная) территории города изучена крайне неравномерно, особенно та часть, где до сих пор существуют здания старой постройки, а также территории, занятые под различные промышленные комплексы, садовые участки, где изыскания если и

проводились, то специализированными организациями, которые материалы изысканий не предоставляют.

Значительный объем гидрогеологических работ проведен при изысканиях жилого района Камская долина, линий пермского метро, канализационного коллектора, ряда промышленных предприятий. Но пока недостаточна практика целенаправленной систематизации материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет, начало которой положено лишь во второй половине 1970-х годов.

Существенные изменения подземной гидросферы, вызванные урбанизацией, сложность и необходимость их прогнозной оценки при освоении побудили трест ВерхнекамГИСИЗ в 1975 г. заняться организацией сети режимных водопунктов на территории города, с 1979 г. начать систематизацию гидрогеологических материалов по центральной части г. Перми. Проведенное трестом в 1979–1982 гг. обобщение материалов изысканий, их паспортизация и составленный на этой основе комплекс рабочих, вспомогательных и основных карт успешно используются при разработке программ и составлении отчетов об инженерно-геологических исследованиях в настоящее время.

Методика этих исследований использовалась и при дальнейшей работе по изучению процесса подтопления территории г. Перми. В результате выполненных работ на площади 300 кв. м (преимущественно левобережная часть долины р. Камы) охарактеризованы физико-географические условия, геолого-литологическое строение, гидрогеологические условия, с учетом антропогенных изменений последних, выявлены основные особенности развития подтопления на территории города, причины подтопления.

Для центральной части города составлены рабочие и основные карты-схемы масштаба 1:25 000 распространения антропогенных грунтов, глубины залегания коренных и гравийно-галечниковых отложений, изопахит последних, минимальной (зафиксированной на тот период за 30-летний срок наблюдений) глубины залегания подземных вод.

Но с момента выхода отчета (прошло более 20 лет) появились новые данные по подтопляемости, а на некоторых площадях степень подтопляемости в связи с дальнейшим строительным освоением территории изменилась и, как правило, не в лучшую сторону. Так, при изысканиях на площадке инфекционной больницы по ул. Леонова, 84, подземные воды встречены на глубинах до 4 м от поверхности земли. Площадка по районированию 1985 г. входила в территорию потенциально подтопляемую, с уровнем подземных вод более 4 м от

поверхности земли. За прошедшие 20 лет, в связи со строительным освоением территории, участок стал практически подтопленным.

Большая работа по изучению подтопления выполнена ВерхнекамГИСИЗ по состоянию на 1998 г. Итогом этих исследований явилась схематическая карта распространения опасных геологических процессов, в том числе процесса подтопления, на территории города Перми.

При этом большая часть площадей изученных жилых районов была отнесена к территориям благоприятным и условно благоприятным для строительства, однако выделяются и неблагоприятные участки.

Так, территория жилого района Заостровка, расположенного в зоне сложных инженерно-геологических условий и опасных негативных проявлений природных и техногенных процессов, в целом оценена как территория, неблагоприятная для строительства.

При этом инженерно-геологическая изученность территорий даже в границах одного жилого района неравномерна. Например, не изучена юго-западная часть жилого района Заостровка, где разместились садовые участки, и часть микрорайона Усть-Муллы.

И так практически в каждом изученном жилом районе. Тем более на территории всего города, в восточной части которой материалов по инженерно-геологическим изысканиям немного, т. к. последняя слабо застроена.

Как правило, нет сведений по инженерно-геологическим изысканиям территорий, занятых промышленными предприятиями.

Изучались в разное время различными организациями и другие микрорайоны. Так, в 1987 г. «Союзтрансмашпроект» были выполнены изыскания в микрорайоне Садовый III, в 1988 г. в микрорайоне Садовый IV. В результате выполненных работ (пробурено 34 из 83 скважин глубиной 30 м) признаков медистого оруденения и подземных горных выработок не обнаружено. Не обнаружены и линзы сульфатных пород на различных глубинах и различной мощности на исследуемой территории, которые фиксировались ВерхнекамГИСИЗ при изысканиях в 1991 г [3].

При изучении старых горных выработок на территории города основным и единственным источником служит работа геологоразведочного треста под руководством И. Э. Залкинда, результатом которой явилось районирование.

В 2008г институтом «Сибгипротранспуть» – филиал ОАО «Росжелдорпроект» выполнены изыскания на площадке, выбранной для строительства дома отдыха локомотивных бригад и прачечной (объект «Станция Пермь-Сортировочная – строительство дома отдыха локомотивных бригад». Шифр 427-ИГ) [2].

Инженерно-геологическими изысканиями установлено, что площадку строительства в пределах глубины сферы взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой, слагают насыпные (техногенные) грунты, верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения I надпойменной террасы р. Камы.

Появление и установление грунтовых вод отмечено на глубине 1,15–1,35 м (абсолютные отметки 97,43–98,13). В старых неработающих (заброшенных) канализационных колодцах, на территории депо, грунтовые воды зафиксированы на глубинах 1,3–1,4 м.

Подземные воды к маркам бетона по водопроницаемости W4, W6, W8 не агрессивны по всем показателям.

По генезису на изучаемом участке были выделены 2 группы грунтов: техногенные и природные.

Техногенные грунты представлены песчаными и крупнообломочными породами, коррозионная активность грунтов к железобетону слабоагрессивная к алюминию высокая, к свинцу низкая. Грунты не засолены (степень засоленности 0,05 %).

По гранулометрическому составу аллювиальные пески в основном мелкие с линзами песков средней крупности и пылеватых. В песках встречаются маломощные супесчаные линзы и прослойки (2–5 см) заиления, образовавшиеся в результате осаждения тонких осадков при спаде половодьев. Пески по данным статического зондирования в основном средней плотности, с линзами рыхлых и плотных песков.

В основании разреза залегают гравелистые пески средней плотности и плотные.

Коррозионная активность песков, залегающих выше уровня грунтовых вод, к железобетону низкая, к алюминию высокая, к свинцу средняя.

Грунты, залегающие в пределах деятельного слоя, по относительной деформации морозного пучения [21] – практически непучинистые; слабопучинистые и чрезмерно пучинистые.

1.3 Геологическое строение района работ (стратиграфия, литология, тектоника, неотектоника, геоморфология)

В геологическом строении территории г. Перми участвуют породы пермской системы, которая согласно унифицированному Стратиграфическому кодексу 2000 г. состоит из трех отделов. К нижнему, приуральскому отделу, состоящему из пяти ярусов, и относится территория города. Отложения верхнего яруса (уфимского– P_2sl+ss) выходят на поверхность практически на всей территории города, они перекрыты отложениями четвертичной (Q) и реже неогеновой систем (N2) [6]. Геологическая карта Пермской области и карта четвертичных отложений г. Пермь представлены в приложениях 1 и 2 соответственно.

На левобережье Камского водохранилища, у северной границы территории, прослеживается узкая полоса наиболее древних отложений – карбонатно-сульфатная толща иренского горизонта кунгурского яруса (P_{1fl+ir}) [6]. Отложения иренского горизонта зафиксированы под породами уфимского яруса в районе плотины КамГЭС при изысканиях Главгидроэнергостроя в 1935–1955 гг. Скважинами, на глубинах 59,31–73,47 м (абс. отм. 20,14–25,59 м) встречена сульфатная толща, представленная в кровле гипсами мощностью 1,6–5,6 м, в глубине – ангидритами вскрытой мощностью 1,5–7,2 м [19].

На участке мостового перехода через р. Чусовую (левый берег реки) и на территории бумкомбината (м/р Голованово) на абсолютных отметках 71–84 м также вскрыты отложения иренского горизонта, представленные в кровле гипсом мощностью 6 м, ниже – ангидритом с прослоями доломита вскрытой мощностью 19 м. На территории Чусовского водозабора (по материалам изысканий Пермского отделения КазГИСИЗ в 1965–1966 гг.) скважинами (часть которых бурилась с воды) на глубине 9,5–27 м (абс. отм. 75,4–88,34 м) вскрыты сульфатные отложения иренского горизонта кунгурского яруса вскрытой мощностью 5,0–41 м. По данным В. И. Мошковского [13], эти отложения вскрыты в долине р. Васильевки под более молодыми на глубине 98 м.

Уфимский ярус подразделяется на два горизонта: соликамский и шешминский. Для пород соликамского горизонта характерен преимущественно карбонатный состав и серые тона окраски. Шешминские отложения имеют песчано-глинистый состав и в основном красноцветную окраску [6].

Соликамские отложения мощностью 20–60 м согласно налегают на карбонатно-сульфатную толщу иренского горизонта и находятся под толщей шешминских пород. Выходы пород соликамского горизонта на

поверхность имеются в долинах рек Азово (северо-восточнее Заозерья), Сыры и Васильевки, а также в левобережной части долины р. Чусовой (Камское водохранилище).

Шешминские отложения (условно разделенные на три горизонта) мощностью 40–150 м залегают вблизи поверхности, слагая цоколи камских террас, и согласно налегают на соликамские плитняки. Верхняя часть шешминского горизонта (отложения которой вскрываются при изысканиях) характеризуется наличием косослоистых песчаников, загипсованностью отложений, наличием карбонатов и бедностью органических остатков. В породах шешминского горизонта нет выраженных маркирующих горизонтов. Литологические разности переходят одна в другую на весьма коротких расстояниях, что характерно при накоплении континентальных осадков в обстановке водных потоков, которые разгружались от взвешенного материала после потери скорости в поймах, руслах, озерах [19].

Отложения неогеновой (верхнеплиоценовые) системы (N2) зафиксированы исследованиями Мещерской экспедиции Гидропроекта 1966 года, которые показали, что отложения этого возраста широко распространены и в пределах Воткинского водохранилища.

Четвертичные отложения в районе г. Перми представлены в основном аллювиальными, элювиально-делювиальными и озерно-болотными образованиями. Исходя из строения камских террас, на территории города выделено несколько литологических типов разрезов, каждый из которых формировался в определенной геолого-геоморфологической обстановке и хорошо увязывается с геоморфологическими элементами долины [6].

На I, II, III террасах и частично на пойме рек Камы и Мулянки распространены разнотеррасные пески и песчано-гравийно-галечниковые образования. Крупность материала, как правило, увеличивается с глубиной. Глины залегают линзообразно. Общая мощность четвертичных отложений 10–20 м, редко более 30 м [2].

Следующий тип разреза не имеет площадного распространения, пятна его встречены на IV террасе р. Камы в жилом районе Гайва и в междуречье р. Амбарки и руч. Грязного.

Третий тип разреза занимает большую часть поймы р. Камы, участки тылового шва III надпойменной террасы долины р. Камы в междуречье Мулянки и Данилихи, долины малых рек. Разрез характеризуется чередованием суглинков, глин, часто заторфованных, и торфа с песками. Мощность этой части разреза 1–5 м. Ниже развиты гравийно-галечниковые грунты с песчаным заполнителем. Общая мощность четвертичных отложений 7–15 м. В долинах малых рек нижний

гравийный горизонт часто отсутствует, а песчаные отложения имеют мощность до 3–5 м. Для этого типа разреза характерна невыдержанность литологических фаций, их частые взаимные замещения.

Следующий тип разреза представлен покровными суглинками с включением гравия, линз песка, супеси или глины. Вблизи от склонов суглинки нередко обладают просадочными свойствами. С глубины 6–10 м залегают гравийные грунты с песчаным заполнителем мощностью 3–10 м. Общая мощность четвертичных отложений преимущественно 10–15 м. Площадное распространение этого типа разреза только на IV надпойменной террасе долины р. Камы в междуречье Егошихи и Ивы. На остальных участках IV надпойменной террасы этот тип разреза фиксируется островками [2].

На IV надпойменной террасе долины р. Камы и высокой равнине залегают, как правило, суглинки и глины с незначительными линзами песка. Линзы гравийных отложений с песчаным или суглинистым заполнителями встречаются обычно с глубин более 12–15 м. Общая мощность отложений 10–15 м, иногда более 22 м [2].

На делювиальных склонах IV надпойменной террасы долины р. Камы в междуречьях Мулянки и Данилихи и Данилихи–Егошихи, на IV террасе и высокой равнине восточнее р. Язовой с поверхности до глубины 1–3 м суглинки перекрыты песками. На крутых склонах III и IV надпойменных террас и участках высокой равнины развиты четвертичные отложения сложного генезиса мощностью, не превышающей 3–5 м [2].

В связи со строительным освоением территории с поверхности часто залегают насыпные грунты различного состава, мощности, времени и способа отсыпки.

В некоторых освоенных жилых районах с поверхности вскрываются намывные грунты.

Так, намывные грунты отмечены в пойменной части р. Камы в междуречье Мотовилихи и Язовой. В пойменной части р. Камы намывные грунты зафиксированы в жилом районе Новый Крым. В жилом районе Камская долина с целью подготовки заторфованных участков для строительного освоения с 1975 г. проводился гидронамыв песчано-гравийной смеси из русла р. Камы.

Пермская область располагается в пределах Восточно-Европейской платформы (Волго-Уральской антеклизы) и Уральской складчатой области, включающей Предуральский краевой прогиб, Западно-Уральскую зону складчатости и Центрально-Уральское поднятие.

За основу тектонического районирования Пермской области (г. Пермь) взяты материалы В. М. Проворова, опубликованные в 2004 г

[16]. Карта тектонического районирования Пермской области представлена в приложении 3.

По условиям залегания осадочного чехла здесь выделяется одна из крупных тектонических форм – Пермско-Башкирский свод, на северной оконечности которого и находится территория г. Перми. По кровле артинского яруса определяется ряд более мелких структур, осложняющих Пермско-Башкирский свод: Лобановский и Краснокамско-Полазненский валы, разделенные впадиной, представляющей ветвь Верхнекамской впадины или рукав Камско-Кинельской системы прогибов (П. А. Софроницкий). Впадина имеет вид широкой котловины протяженностью около 100 км, шириной 10–40 км. Лобановский вал проходит по водоразделу рек Моси, Сыры и Васильевки. Основные черты облика долины р. Камы, расположенной на территории работ между Краснокамско-Полазненским и Лобановским валами, зависят от тектонического строения. От устья р. Горевой (севернее Перми) до устья р. Чусовой р. Кама пересекает Краснокамско-Полазненский вал, где ее долина сужается до 2–4 км и приобретает каньонообразный характер. Берега становятся крутыми, высокими [13].

В наиболее узком месте долины – устье р. Чусовой – построена плотина Камской ГЭС.

Ниже устья р. Чусовой р. Кама протекает по впадине между Лобановским и Краснокамско-Полазненским валами. Долина р. Камы расширяется до 10–40 км, по склонам развит комплекс террас. Направление правого притока р. Камы – р. Гайвы – связано с положением и строением Краснокамско-Полазненского вала. В верховьях р. Гайва течет субмеридионально, что соответствует простиранию пород. В нижнем течении она резко поворачивает на восток и течет субширотно, прокладывая долину по юго-западному крылу Краснокамско-Полазненского вала.

Левобережные притоки от руч. Банного до р. Данилихи берут начало на пологом северо-западном крыле Лобановского вала, вблизи его осевой части, и секут структуру вкрест.

По мере удаления р. Камы от оси Лобановского вала увеличивается и протяженность ее левых притоков, самый крупный из которых – р. Мулянка, протекающая по западной оконечности города и огибающая Лобановский вал с юго-запада.

1.4 Гидрогеологические условия

Пермская область расположена в пределах Восточно-Русского и Предуралья сложного бассейнов пластовых вод, а также Большеуральского сложного бассейна корово-блоковых (пластово-блоковых) и пластовых вод (рис.1.4). Восточно-Русский и Предуралья сложные бассейны пластовых вод занимают равнинную часть Пермской области.

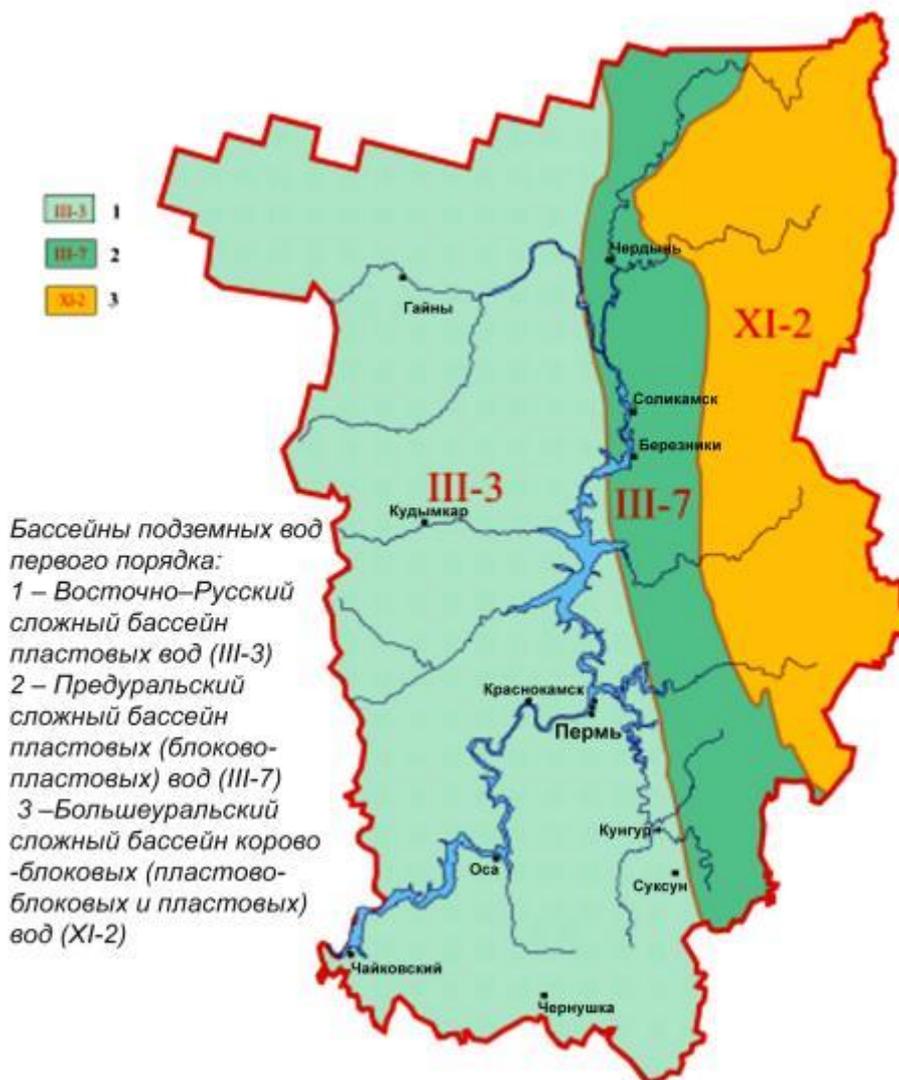


Рис. 1.4. Схема гидрогеологического районирования Пермского края [9]

Подземные воды приурочены к двум гидродинамическим этажам: верхнему и нижнему, границей между которыми является региональный иренский водоупор. Верхний этаж включает гидрогеологические подразделения позднепермско-среднеюрского и четвертичного возраста, содержащие пресные и солоноватые воды. Подземные воды нижнего

этажа связаны с венд-нижнепермскими породами осадочного чехла и архейско-нижнепротерозойским кристаллическим фундаментом. Для этажа характерно повсеместное развитие соленых вод и рассолов. В Большеуральский сложный бассейн корово-блоковых (пластово-блоковых и пластовых) вод входит восточная горная часть Пермского края. В структурном отношении эта территория относится к Западно-Уральской зоне складчатости и Центрально-Уральскому поднятию. Подземные воды связаны с водоносными комплексами зон трещиноватости осадочных, метаморфических и магматических пород в диапазоне от протерозоя до нижней перми. Здесь выделяются следующие водоносные комплексы: ассельско-артинский терригенный; визейско-артинский карбонатный; западноуральский спорадически обводненный (региональный водоупор); франско-турнейский карбонатный; девонский терригенный; ордовикско-силурийский карбонатный; ордовикско-силурийский терригенный; протерозойско-нижнепалеозойский терригенно-карбонатный; магматических пород [9].

Район г. Перми находится в восточной окраине Волго-Камского артезианского бассейна второго порядка в Камской гидрогеологической области [9], где широко распространены порово-грунтовые воды аллювиальных отложений, трещинно-грунтовые и трещинно-пластовые воды шешминского терригенного горизонта. Гидрогеологические условия определяются рядом факторов, основные из которых – тектоническое и геолого-литологическое строение, геоморфологическая обстановка и степень хозяйственного освоения территории. Их взаимодействие создает многообразие гидрогеологической обстановки на различных участках.

В соответствии с гидродинамическими условиями, возрастом и литологическим составом водовмещающих пород, положением в разрезе цоколя речных террас на территории города выделены порово-грунтовые воды аллювиальных отложений поймы и низких террас, подземные воды аллювиально-делювиальных и покровных отложений IV надпойменной террасы и высокой равнины, трещинно-грунтовые и трещинно-пластовые воды шешминского, реже соликамского (отложения которого выходят узкими полосами в долинах рек Азово, Васильевка, Мось и по левобережной части долины р. Чусовой) водоносных комплексов.

Подземные воды аллювиальных четвертичных отложений образуют первый от поверхности горизонт грунтовых вод.

Четвертичный водоносный комплекс.

1. Порово-грунтовые воды аллювиальных отложений. Сюда отнесены подземные воды аллювиальных отложений поймы, низких аккумулятивных и III эрозионно-аккумулятивной террасы. В нижней

части разреза этих террас прослеживается хорошо выдержанный песчано-гравийный слой, перекрытый разномерными песками. На пойме аллювиальные отложения часто перекрыты глинистыми наносами. Все отложения поймы и низких террас практически обводнены [9].

Водопроницаемость горизонта крайне неоднородна, на отдельных участках может достигать $500 \text{ м}^2/\text{сут.}$ и более, но в основном не превышает $150\text{--}200 \text{ м}^2/\text{сут.}$

Источники питания горизонта – атмосферные осадки, воды р. Камы, трещинно-грунтовые воды коренных пород. На пойме и низких террасах расположен ряд предприятий с высоким водопотреблением, что создает дополнительный постоянный источник питания подземных вод. Грунтовый поток за небольшим исключением имеет свободную поверхность, направление движения вод – от тылового шва II и III надпойменных террас к р. Каме. Гидравлический уклон – от 0,0014 до 0,05 [9].

Глубина залегания зеркала грунтовых вод на левом берегу преимущественно менее 2 м. На участках распространения дюнного рельефа (Парковая Дача, Нижняя и Верхняя Курья, Закамск) подземные воды вскрываются на глубине 10–15 м и более. Подошва водоносного горизонта понижается к р. Каме от 100–114 м (цоколь III террасы), до 76–80 м (на I террасе и пойме) и уходит на 6–13 м ниже меженного уровня. Мощность водоносного горизонта на пойме и низких террасах обычно 10–20 м, на третьей террасе 5–10 м.

На пойме и низких террасах прослеживается четкая гидравлическая связь подземных вод с р. Камой. На побережьях водохранилищ выделяются три последовательно сменяющиеся зоны с различными условиями взаимосвязи: совершенной, несовершенной и зоны отсутствия влияния. В первой колебания уровня подземных вод определяются режимом водохранилища. При повышении уреза воды в водоносном горизонте наблюдаются обратные уклоны. В зависимости от литологического состава отложений прибрежной полосы и степени наполнения водохранилища эта зона охватывает 30–200 м [9].

В следующей зоне грунтовые воды испытывают лишь подпорный эффект, обратных уклонов не наблюдается, ширина ее 80–150 м. Третья зона характеризуется естественными условиями режима подземных вод.

Грунтовые воды аллювия вскрываются многочисленными колодцами и скважинами, разгружаются в виде многочисленных родников с дебитом от 0,02 до 6,1 л/сут.

Совершенно иные гидрогеологические условия на обособленном останце III террасы в междуречье Данилихи–Егошихи. На севере он

непосредственно примыкает к пойме Камы, на юге и юго-востоке отделен от склонов IV террасы долинами Пермьки и Медведки. Ввиду хорошей дренированности и скудного питания (атмосферное и незначительное техногенное) условий для формирования водоносного горизонта нет. Подземные воды встречаются здесь спорадически на глубине 6–10 м, редко 4 м. На склонах террасы до планировки и застройки наблюдались родники, периодически действующие, вытекающие из песчано-гравийных отложений [9].

Аллювиальные отложения малых рек, за исключением р. Мулянки, имеют мощность от 1,5 до 3–5 м, редко до 10 м. В верхней части разреза преобладают суглинки и глины, часто заторфованные, мощности залегающих ниже песков, иногда гравия, невелики (1–3 м). Грунтовые воды встречены в основном на глубине до 2 м от поверхности земли.

Питание их происходит за счет атмосферных осадков, речных вод и разгрузки трещинно-грунтовых вод в аллювий на коренных склонах.

Порово-грунтовые воды аллювиально-делювиальных и покровных отложений IV надпойменной террасы и высокой равнины встречаются в левобережной части города, где сосредоточена основная городская и промышленная застройка. На правом берегу на IV террасе расположен жилой район Гайва и ряд промплощадок.

Геолого-литологический разрез представлен толщей покровных суглинков и глин, в нижней части которых отмечается гравийный материал. Отложения IV террасы в левобережной части территории расчленены глубокими дренами на междуречья.

Питание порово-грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока трещинно-грунтовых вод со стороны коренных склонов. Подземные воды IV террасы, как правило, имеют недостаточное питание, и часто их распространение носит спорадический характер (в линзах песка, гравия). Родники из этих отложений довольно редки. Чаще воды разгружаются в делювий и порой вызывают сплывы грунтовых масс в верхней части склонов (например, по склонам над Соликамским трактом) [7].

В местах частной застройки, где природные условия почти не нарушены и сохранилась хорошая дренированность, воды встречены на глубине 6–10 м. На всех застроенных площадях IV террасы (Бахаревка, Юбилейный, Левшино и др.) уровни отмечаются на глубине до 2 м или в интервале 2–4 м.

2. Верховодка довольно широко распространена на территории города. Обусловлена она в основном различием фильтрационных свойств верхней части разреза и обильным в некоторые периоды (плюс техногенное воздействие) питанием подземных вод. Пятна верховодки

имеют различные площади, которые особенно обширны на пойме. Из-за постоянного переувлажнения на этих участках образуются торфяные залежи. Глубина зеркала грунтовых вод в межень от нескольких сантиметров до метра. На IV террасе и высокой равнине верховодка формируется в суглинках (при проходке отмечается повышенная влажность грунтов, слабый водоприток к выработке, иногда (Гайва, Висим) вскрывается колодцами для технических нужд). Водообильность низкая и неравномерная [9].

В районах городской и промышленной застройки образуется техногенная верховодка, которая постепенно сливается с порово-грунтовыми водами, обводняя всю толщу. Этот процесс захватил всю застроенную поверхность, сложенную в основном слабопроницаемыми грунтами. Локально развивающиеся техногенные горизонты подземных вод в перспективе имеют тенденцию, увеличивая свою площадь, сливаться и образовывать значительные по площади подтопленные участки.

Шешминский водоносный комплекс

Водоносными являются трещиноватые песчаники, алевролиты, реже аргиллиты. Водоупоры – глины, аргиллиты, прослои крепких, слаботрещиноватых песчаников, алевролитов. Для отложений шешминского комплекса характерна фациальная изменчивость и неравномерная трещиноватость. Поэтому отдельные водоносные горизонты не выделяются. Водообильность отложений крайне неравномерна. В верхней части шешминского горизонта циркулируют безнапорные трещинно-грунтовые воды, с глубиной залегания 5–20 м и более в зависимости от геоморфологической приуроченности участка. Ниже развиты трещинно-пластовые воды, приуроченные к участкам повышенной трещиноватости, обладающие напором, который возрастает по мере погружения отложений. На низких камских террасах он достигает 15–20 м и более, в зависимости от геоморфологической приуроченности участка. При бурении инженерно-геологических скважин часто наблюдались перетоки воды из верхних водоносных слоев в нижележащие слои [9].

Основным источником питания горизонта служат атмосферные осадки. Направление движения вод от водораздела к р. Каме. Разгрузка происходит на склонах эрозионной сети. Коэффициент фильтрации шешминских пород по данным изысканий трасс пермского метро, изменяется от 0,015 (аргиллиты) до 16,9 (песчаники) в основном менее 5 м/сут. Участки повышенной водообильности, как правило, связаны с трещиноватыми зонами и сменой литологии водовмещающих пород, приурочены к долинам рек и уступу IV камской террасы.

Соликамский водоносный комплекс

На территории города соликамские отложения слагают цоколь IV террасы в долине р. Азово (севернее м/р Гайва), на правом берегу р. Камы, и погружаются в сторону р. Камы под шешминские породы. В левобережной части долины р. Камы соликамские отложения выходят на поверхность в долине рек Васильевки и Моси.

Отложения представлены плитчатыми глинистыми известняками, доломитами, мергелями, реже песчаниками с прослоями и линзами глин, алевролитов, гипсов и ангидритов. Обводненность отложений неравномерная. Наиболее водообильны плитчатые известняки и мергели, которые образуют плитняковый водоносный горизонт. Глубина залегания его 20–25 м. Разгрузка происходит в долинах рек. Пластовые выходы подземных вод и родники имеются в долине р. Гайвы, руч. Гремячего, р. Мостовой.

Средний коэффициент фильтрации соликамских пород в створе плотины Камской ГЭС 0,16 м/сут [13]. В нижнем бьефе воды соликамских отложений напорные (величина напора 10–25 м), сульфатно- и хлоридно-натриевые с минерализацией более 10 г/л [13].

1.5 Геологические процессы

Наибольшее распространение на территории г. Перми имеют такие процессы, как переработка берегов Камского и Воткинского водохранилищ, подтопление, заболачивание, оползневые и суффозионные процессы, овражная эрозия. Подтопление один из наиболее распространенных и ущербобразующих инженерно-геологических процессов. Примерно 40 % территории г. Перми подтопляемы или потенциально подтопляемы [8]. Процесс возникает в следствии изменения баланса и режима подземных вод и влажностного режима зоны аэрации деятельности человека в результате деятельности человека. Влияние подтопления на условия функционирования сооружений проявляется в изменении (ухудшении) физико-механических свойств грунтов – оснований, воздействии агрессивных вод на металлические и железобетонные конструкции.

Суффозионные процессы на территории города проявляются в виде проседания поверхности, образовании провалов в цокольной части зданий и обрушения. Наибольшую опасность для зданий и сооружений города представляют процессы суффозионного выноса в зонах интенсивной трещиноватости и пустот, приуроченных к старым горным выработкам в медистых песчаниках шешминского горизонта. Значительная часть провалов связана с водонесущими коммуникациями, проложенными, как правило, под автодорожными покрытиями [8].

На левобережье города притоки р. Камы образуют густую речную сеть. Развитие эрозионных процессов на территории города обусловлено, прежде всего, особенностями рельефа, историей его формирования, литологическим составом четвертичных отложений и неотектоникой.

Процессам оврагообразования во многом способствует нарушение сплошности растительного покрова, концентрация поверхностного стока и деформация склонов под действием техногенных факторов [8].

Оползни формируются на склонах речных долин и оврагов. Часто причиной их возникновения является бесконтрольная эксплуатация земельных участков, сопровождающаяся беспорядочной отсыпкой бытовых отходов, засыпка естественных выходов подземных вод, плохая организация стоков поверхностных вод. Наибольшее развитие оползневые процессы получили на склонах рек Данилихи, Егошихи и Ивы. Иногда размер оползней достигает сотен метров с амплитудой смещения в десятки метров.



Рис. 1.5. Оползень по ул. Гашкова (г. Пермь) [63]

Заболоченные участки в пределах города наблюдаются в устьях почти всех малых рек. В приплотинной северной части города они соединяются, образуя единую цепь вдоль уреза реки. Основное влияние на заболачивание территории оказывают гидрогеологические, геоморфологические условия, литологический состав грунтов. Иногда наличие на склонах водоразделов суглинков и глин пойменной и старичной фаций аллювия, глинистых элювиальных и озерных отложений затрудняет инфильтрацию атмосферных вод настолько, что приводит к застою и усилению заболачивания. Заболачивание долин рек отмечается в низовьях Мулянки, Гайвы, Пермьки, Данилихи.

1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района

Территория Пермского края расположена на восточной части Русской равнины (около 80 % территории) и Уральских горах (20 %). При этом физико-географические процессы в равнинной части подчиняются географической зональности Русской равнины, а в горной части определяется высотной поясностью Урала.

Современный рельеф Пермского края сформирован в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Основными рельефообразующими факторами являются, эрозионно-денудационные процессы, тектонические движения и литологический состав отложений. На равнинной платформенной части территории большую роль играют аккумулятивные, эрозионно-денудационные и карстовые процессы; в горной части, представляющей древнее складчатое сооружение, более интенсивно проявляются денудационные процессы [11]. В последние годы важная роль в формировании рельефа придается неотектонике и блоковой тектонике с вертикальными и горизонтальными смещениями.

Территория Пермского края расположена в зоне умеренных широт, характеризуется умеренно континентальным климатом с холодной продолжительной зимой и теплым, иногда жарким летом. Основное значение в формировании климата имеет радиационный фактор, определяющий физические процессы в атмосфере и на земной поверхности.

На территории края имеется огромное количество рек, ручьев, озер, болот, прудов и три водохранилища. Все реки изучаемой территории принадлежат бассейну р. Камы. Гидрографическая сеть развита довольно равномерно, характеризуется наличием тесной связи с геолого-тектоническим строением, при этом важное значение для выбора направления течения многих рек имеет разломная тектоника осадочного чехла, а характер течения рек и разработанность их долин во многом зависит от геолого-структурной обстановки и литологии размываемых пород.

Пермский край располагается в лесной зоне, основным типом растительности являются леса, занимающие более 70 % всей площади. Растительный покров принято подразделять на три подзоны: среднюю, южную тайгу, хвойно-широколиственные леса, а также районы Кунгурской лесостепи и горной тайги. Для края характерно большое разнообразие почв. Распределение типов и видов почв имеет две особенности – зональность почв на дренированных водоразделах и широкую изменчивость в пределах одной и той же зоны в связи с

различиями геологического строения, характером рельефа, условиями увлажнения и степенью сельскохозяйственного освоения [11].

В геоморфологическом отношении территория края расположена на стыке Восточно-Европейской или Русской платформы и Уральской герцинской складчатой областью. Западная и центральная части территории находятся на восточной окраине Русской плиты, которая к востоку сменяется зоной Предуралья краевого прогиба, переходящего в Западно-Уральскую зону складчатости и Центрально-Уральское поднятие.

Территория Пермского края характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. По схеме гидрогеологического районирования западная предуральская часть края входит в систему русских артезианских бассейнов и принадлежит восточной окраине Восточно-Русского артезианского бассейна [11]. В пределах данной структуры первого порядка выделены три структуры второго порядка: 1) восточная окраина Волго-Камского бассейна, 2) Предуральский артезианский бассейн, 3) раскрытый бассейн трещинно-карстовых вод Пермско-Башкирского свода. Восточная часть является частью крупной Урало-Тиманской системы бассейнов и представляет собой Уральскую систему бассейнов грунтовых вод зон трещиноватости (структура второго порядка), в пределах которой выделены бассейны второго порядка: 1) бассейны грунтовых вод зон трещиноватости в породах верхнего и среднего палеозоя Западно-Уральской зоны складчатости и 2) бассейны грунтовых вод зон трещиноватости в породах нижнего палеозоя и протерозоя Центрально-Уральского поднятия [11]. В разрезе осадочного чехла Предуралья выделяются два водоносных (гидрогеодинамических) этажа различающихся по гидрогеодинамическим и гидрогеохимическим условиям – верхний и нижний. В зависимости от изменения напорности и направления движения подземных вод выделяют следующие гидрогеодинамические зоны: аэрации, безнапорно-субнапорных нисходящих, субнапорных нисходяще-восходящих, напорных нисходяще-восходящих, напорных восходящих и избыточно-напорных восходящих вод. Три верхние зоны составляют верхний гидрогеодинамический этаж, три нижние – нижний гидрогеодинамический этаж. Этажи разделены между собой водоупорным иренским карбонатно-сульфатным комплексом.

На данной территории выделены два инженерно-геологических региона первого порядка, которые включают пять инженерно-геологических регионов второго порядка, 10 областей, 25 районов (рис. 1.6). Всего выделяется 183 инженерно-геологических участка с площадями 223-1747, в среднем 907 км².

Выделяется 4 типа участков [11]:

- 1) благоприятные (требуется обычная инженерная подготовка);
- 2) условно благоприятные (требуется значительная инженерная подготовка);
- 3) ограниченно благоприятные (требуется сложная инженерная подготовка);
- 4) неблагоприятные (требуются специальные трудноосуществимые методы инженерной подготовки).

При этом участки с 1 и 1-2 категориями сложности развиты в основном в северо-западной и западной части Пермского края, (занимая 20 % всей площади); участки 2 категории сложности занимают большую часть территории Пермского края (60 % всей площади); участки с 2–3 категорией сложности развиты фрагментарно в северо-восточной и центральной части, в районах камских водохранилищ (15 % всей площади); участки с 3 и 3–4 категорией сложности развиты в промышленных районах Пермского края – Пермской, Соликамско-Березниковской, Кунгурской, Кизеловской, Чусовской промзон (5 % всей площади). Участки с 4 категорией сложности на территории Пермского края не выделяются [11].

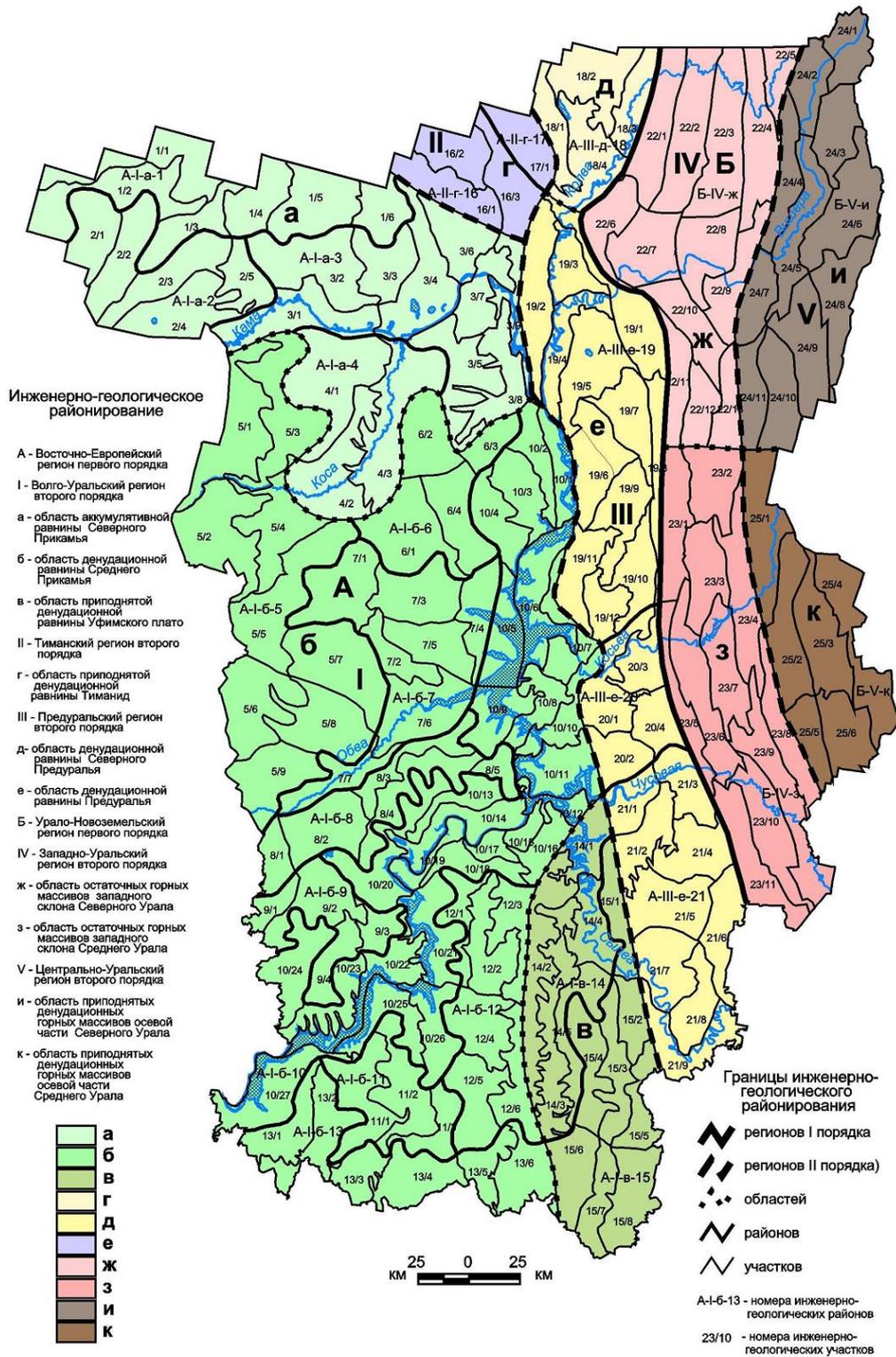


Рис. 1.6. Инженерно-геологическое районирование территории Пермского края [11]

2 Специальная часть. Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Рельеф участка

Площадка проектируемой гостиницы расположена на II левобережной надпойменной террасе, пологом склоне долины р. Кама.

Вторая надпойменная терраса на левобережье простирается от нижнего течения р. Данилихи до р. Мулянки шириной от 1 км до 1,4 км. Отметки поверхности достигают 100–110 м. Превышение над урезом р. Камы 13–23 м, на повышенных участках до 25–30 м. Отметки цоколя на левобережье 88–98 м. Нижняя часть аллювия мощностью до 0,3–3 м представлена невыдержанными песчано-гравийными образованиями, перекрытыми разномерными песками мощностью 4–11 м [12]. По возрасту терраса относится к верхнему звену неоплейстоцена Q_{III}.

Естественный облик поверхности существенно изменен техногенными факторами.

Рельеф спланирован в ходе строительных работ. Гостиница проектируется напротив вокзала г. Пермь.

Абсолютные высоты поверхности, в пределах участка проектируемого здания 90 м до 97 м.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

В геологическом строении участка изысканий принимают участие верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения II надпойменной террасы р. Камы (a^2Q_{III}), с поверхности перекрытые техногенными отложениями (tQ_{IV}).

Среди аллювиальных отложений в разрезе выделяются пески гравелистые, мелкие и пылеватые, органоминеральные глины, супеси и суглинки, с маломощными прослоями и линзами песка водонасыщенного.

Сверху аллювиальные отложения перекрыты техногенными грунтами.

Отложения уфимского яруса поздней перми ($P2sl+ss$) на участке не распространены.

Техногенные отложения (tQ_{IV}) на участке работ имеют широкое распространение и являются грунтами отсыпки насыпей и планировки площадки. Общая мощность техногенных отложений составляет 0,6–10,8 м. Абсолютные отметки подошвы техногенных грунтов 91,18–108,41 м.

Аллювиальные отложения II надпойменной террасы (a^2Q_{III}) на участке обследования залегают, в основном, под насыпными грунтами. Общая мощность аллювия составляет 0,48–11,8 м. Абсолютные отметки кровли аллювиальных отложений 91,18–108,41 м, подошвы – 84,32–108,41 м.

Инженерно-геологическая карта и инженерно-геологический разрез участка представлен на листе графики №2.

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов и закономерности их пространственной изменчивости

В настоящее время геологический разрез расчленяется на следующие категории:

Формации – крупные комплексы горных пород, сформировавшихся под влиянием одних геотектонических и палеоклиматических факторов. Выделяются платформенные и геосинклинальные формации осадочных, магматических и метаморфических горных пород;

Генетический комплекс – комплекс пород одного генезиса;

Стратиграфо-генетический комплекс – породы, одного возраста, одного генезиса, сформировавшиеся в одной физико-географической обстановке, выделяются на основе геологических схем стратиграфических подразделений отложений для разных регионов.

Далее расчленение проводится в соответствии с ГОСТ 25100–2011 (классы, группы, подгруппы, типы, виды и разновидности).

Таким образом, в разрезе участка проектируемых работ выделяется два стратиграфо-генетических комплекса – современные техногенные отложения (tQ_{IV}) и верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения II надпойменной террасы р. Камы (aQ_{III}).

Класс – дисперсные грунты.

Две группы: связные и несвязные грунты

Виды: Глинистые, песчаные и крупнообломочные грунты.

Самый однородный объем пород – инженерно-геологический элемент (ИГЭ).

Техногенные отложения (tQ_{IV}) на участке работ имеют широкое распространение и являются грунтами отсыпки насыпей и планировки площадки. Общая мощность техногенных отложений составляет 0,6–10,8м. Абсолютные отметки подошвы техногенных грунтов 91,18–108,41м.

Аллювиальные отложения II надпойменной террасы (a^2Q_{III}) на участке обследования залегают, в основном, под насыпными грунтами и подстилаются элювиальными отложениями. Общая мощность аллювия составляет 0,48–11,8м. Абсолютные отметки кровли аллювиальных отложений 91,18–108,41м, подошвы – 84,32–108,41м.

2.3.2 Выделение инженерно-геологических элементов

За ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения и вида при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно), либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь [22].

Выделение инженерно–геологических элементов проводилось в соответствии с ГОСТ 20522–2012 [22].

Согласно ГОСТ 20522–2012 исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.

На основании выполненных лабораторных работ провели предварительное разделение на ИГЭ с учетом происхождения и вида.

Гравийный техногенный грунт не выделяется как ИГЭ, так как не рекомендуется принимать его в качестве основания, планируется полная выемка данного слоя при строительстве.

Таким образом, в разрезе предварительно можно выделить 4 инженерно-геологических элемента:

1. Глина (a^2Q_{III}).
- 2а. Суглинок текучий (a^2Q_{III}).
- 2б. Суглинок мягкопластичный (a^2Q_{III}).
3. Песок (a^2Q_{III}).

Изучение характера изменчивости проводится, используя при этом следующие показатели свойств грунта:

- для глинистых грунтов – характеристики пластичности (пределы и число пластичности), коэффициент пористости и естественная влажность;
- для песчаных грунтов – гранулометрический состав, коэффициент пористости.

Графики изменения показателей физических свойств предварительно выделенных грунтов по глубине, входящих в сферу взаимодействия проектируемого здания с геологической средой, приведены на рис. 2.1. – 2.12.

Анализируя графики изменчивости W , W_p , W_L , I_p , I_L , e и грансостава для грунтов по глубине можно сделать вывод, что графики изменяются закономерно.

Согласно п.4.5 ГОСТ 20522–2012 [22] при наличии закономерного распределения необходимо решить вопрос о дополнительном разделении ИГЭ на два или несколько новых. Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие $V < V_{доп}$

Коэффициент вариации – мера отклонения опытных данных от выбранного среднего значения, выражаемая в долях единицы или в процентах, вычисляется по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n}$$

где S – среднеквадратичное отклонение;

X_n – среднее значение параметра.

При наличии закономерности в изменении характеристики грунта по глубине инженерно-геологического элемента дальнейшее его расчленение не проводят, если коэффициент вариации не превышает следующих величин:

1. Для физических характеристик ($W_{\text{ест}}$, W_L , W_P , J_P и e) не более 0.15;
2. Для механических характеристик (E , C и φ) не более 0.30.

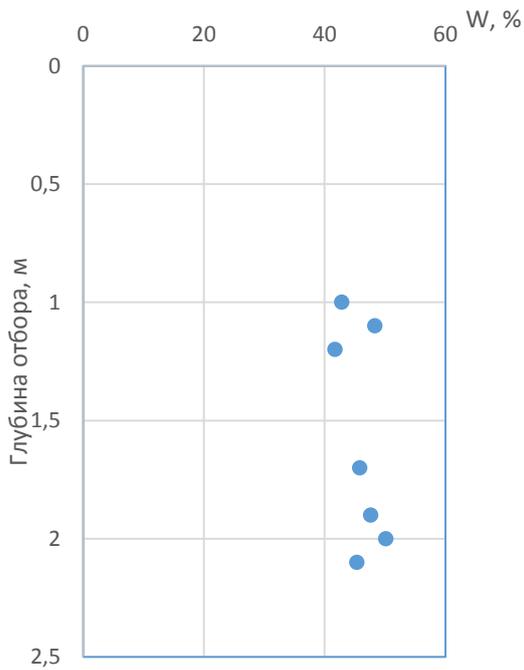


Рис. 2.1. График изменчивости естественной влажности глины по глубине (ИГЭ №1)

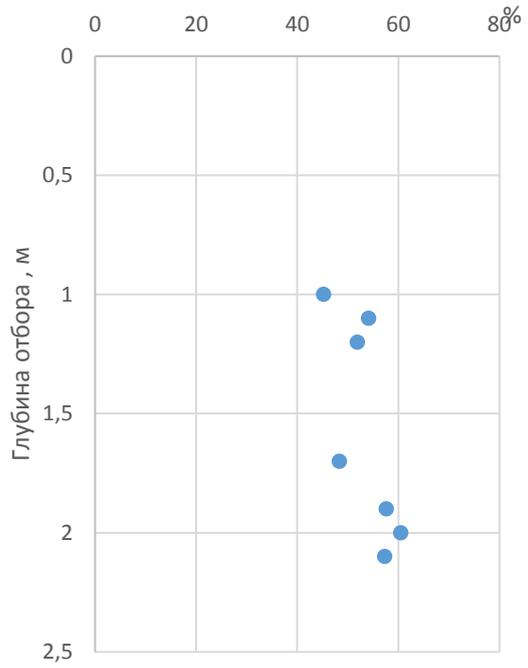


Рис. 2.3. График изменчивости влажности на границе текучести глины по глубине (ИГЭ №1)

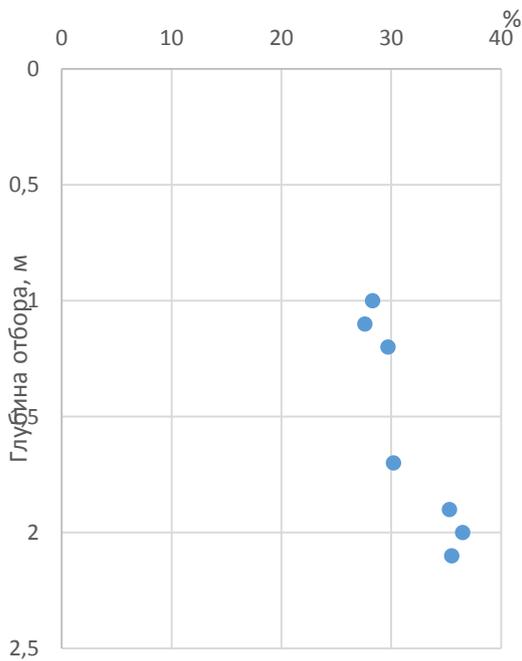


Рис. 2.2 – График изменчивости влажности на границе раскатывания глины по глубине (ИГЭ №1)

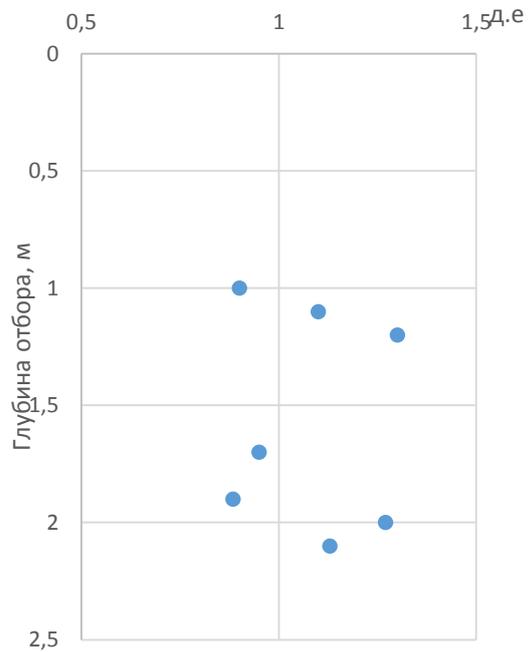


Рис. 2.4. График изменчивости коэффициента пористости глины по глубине (ИГЭ №1)

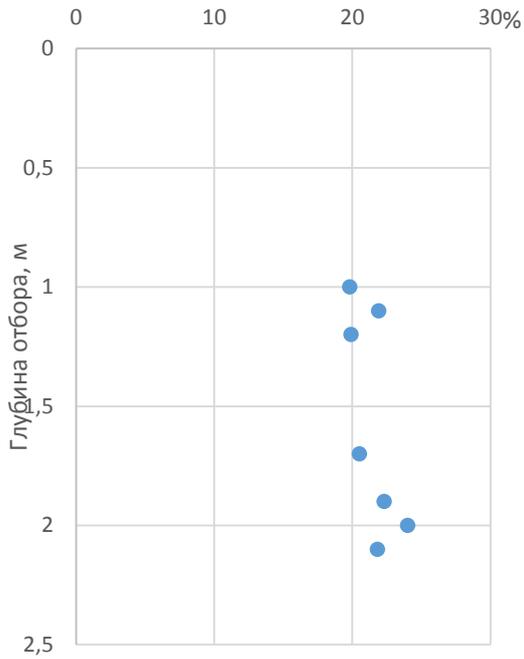


Рис. 2.5. График изменчивости числа пластичности глины по глубине (ИГЭ №1)

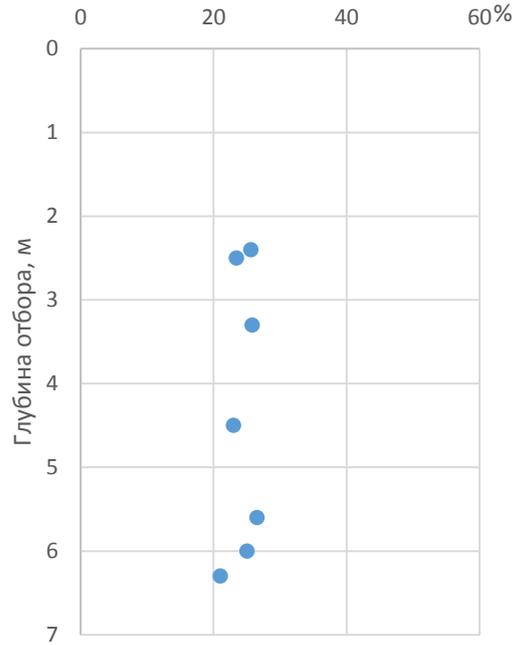


Рис. 2.7. График изменчивости влажности на границе раскатывания суглинка по глубине (ИГЭ №26)

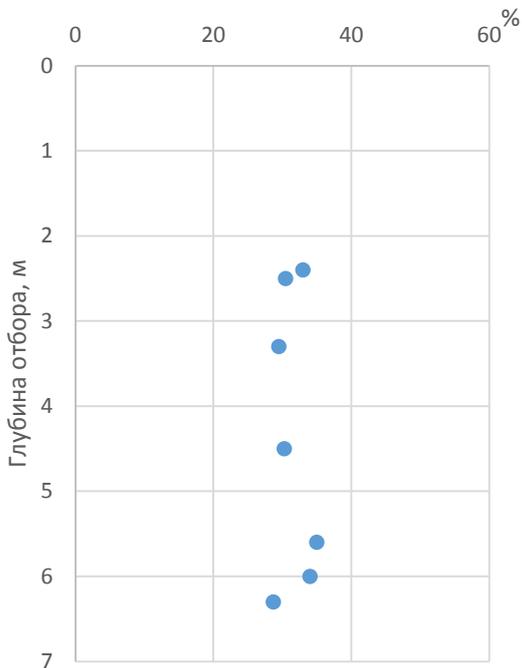


Рис. 2.6. График изменчивости естественной влажности суглинка по глубине (ИГЭ №26)

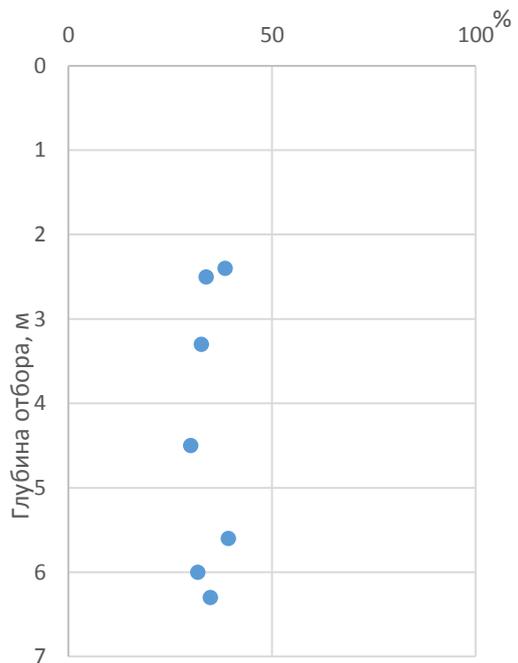


Рис. 2.8. График изменчивости влажности на границе текучести суглинка по глубине (ИГЭ №26)

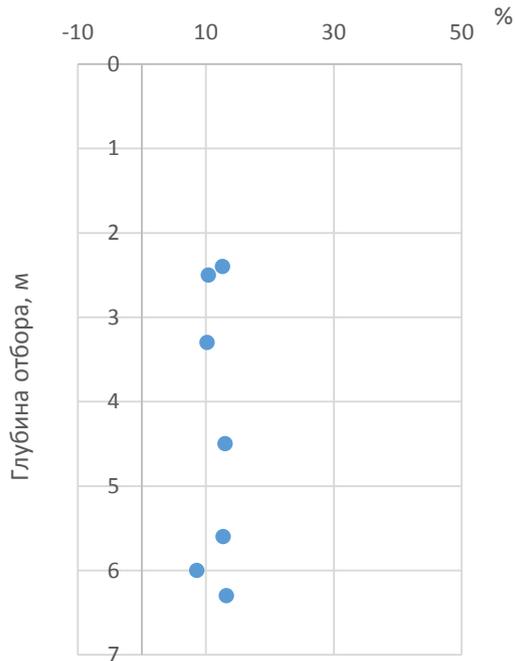


Рис. 2.9. График изменчивости числа пластичности суглинка по глубине (ИГЭ №2б)

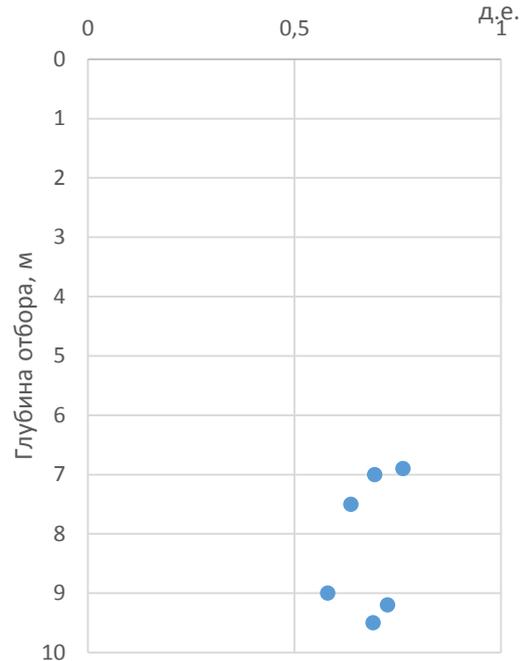


Рис. 2.11. График изменчивости естественной влажности песка по глубине (ИГЭ №3)

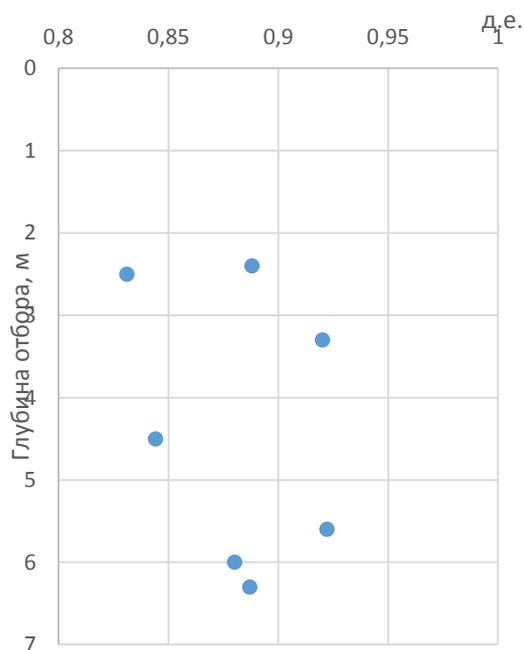


Рис. 2.10. График изменчивости коэффициента пористости суглинка по глубине (ИГЭ №2б)

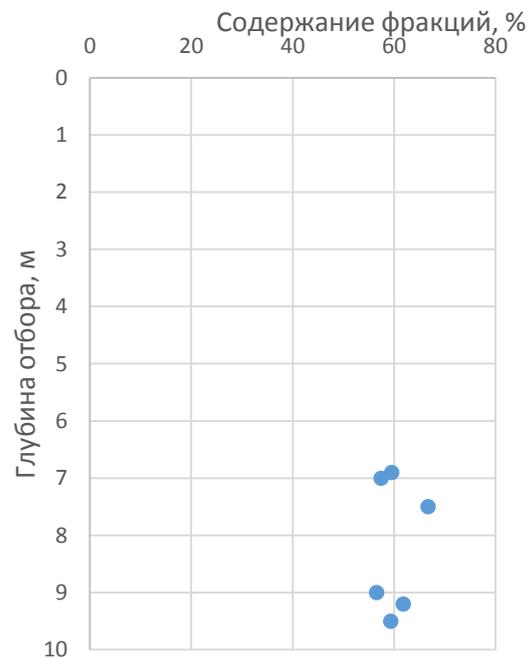


Рис. 2.12. График изменчивости содержания фракций < 10 мм песка по глубине (ИГЭ №3)

В таблице 2.1 приведены значения коэффициентов вариации. Для ИГЭ 2а изучить пространственную изменчивость и провести статистическую обработку не представляется возможным, так как частных значений менее 6. Также для всех грунтов имеется недостаточно механических характеристик, в связи с чем анализ графиков изменчивости по этим показателям не проводился.

Как видно из таблицы коэффициенты вариации всех инженерно-геологических элементов не превышают 0.15 [22] по характеристикам физических свойств. Следовательно, это однородные объемы грунта и дополнительное разделение на новые ИГЭ не требуется.

Таблица 2.1

Определение коэффициента вариации

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Статистические характеристики	Влажность (д.ед)			Число пластичности	Показатель текучести	Коэффициент пористости	Гранулометрический состав
			природная	на границе течуч.	на границе раскат.				
			Ip	IL	e				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Глина органоминеральная мягкопластичная	n	7	7	7	7	7	7	
		X	45,9	53,6	31,9	21,5	0,5	1,1	
		S	2,77	5,057	3,482	1,393		0,158	
		V	0,06	0,094	0,109	0,065		0,147	
26	Суглинок органоминеральный мягкопластичный	n	7	7	7	7	7	7	
		X	31,6	34,4	24,3	11,5	0,6	0,9	
		S	2,236	3,149	1,798	1,652		0,032	
		V	0,071	0,092	0,074	0,143		0,036	
3	Песок мелкий	n						6	6
		X						0,7	60,2
		S						0,591	3,358
		V						0,087	0,056
	n	- количество значений							
	X	- среднее значение параметра							
	S	- среднеквадратическое отклонение							
	V	-коэффициент вариации							

*Для расчета среднего значения X для ИГЭ №3 суммировалось процентное содержание фракций менее 0,25 по каждой точке опробования.

Таким образом, на площадке в результате статистической обработки данных [22] было выделено 4 инженерно-геологических элемента:

1. Глина легкая, пылеватая, серая, органоминеральная (с примесью органического вещества до 11 %), с тонкими прослоями и линзами песка водонасыщенного, по показателю текучести мягкопластичная (a^2Q_{III}). Грунты вскрыты на глубине 1,0–2,6м, мощность их составляет 0,5–1,9м.

2а. Суглинок легкий, песчанистый, темно-серого цвета, органоминеральный (с примесью органического вещества до 17 %), с тонкими прослоями и линзами песка водонасыщенного, по показателю текучести текучий (a^2Q_{III}). На участке работ широкого распространения не имеет, мощность слоя 0,3–2,1м.

2б. Суглинок легкий, песчанистый, темно-серого цвета органоминеральный (с примесью органического вещества до 8 %), с тонкими прослоями и линзами песка водонасыщенного, по показателю текучести мягкопластичный (a^2Q_{III}). В разрезе залегает горизонтально, имеет мощность 3,0–4,9 м.

3. Песок мелкий коричневого цвета, средней плотности, неоднородный, насыщенный водой (a^2Q_{III}). Грунты слоя на участке распространены повсеместно. Залегают горизонтально, мощность слоя 0,9–4,7м.

2.4 Гидрогеологические условия участка

Гидрогеологические условия территории определяются следующими особенностями:

- резкой фациальной изменчивостью четвертичных отложений, обуславливающей незакономерное изменение их фильтрационных свойств, наличие в разрезе относительно водоупорных пород, разделяющих водоносные толщи, и существование песчаных окон, способствующих гидравлической взаимосвязи горизонтов;
- небольшой глубиной вреза современной эрозионной сети, не всегда прорезающей водоупорные толщи, что определяет напорно-безнапорный режим вод четвертичных отложений;
- взаимосвязью вод четвертичных отложений между собой, а также с подземными водами дочетвертичных отложений и водами поверхностных водоемов и водотоков [7].

В гидрогеологическом разрезе участка работ, в соответствии с её геологическим строением, выделен четвертичный (порово-грунтовый) водоносный комплекс.

Водоносный комплекс аллювиальных отложений (aQ_{III}) приурочен к отложениям поймы и низких террас р. Кама. Комплекс перекрыт грунтами техногенного происхождения. Водовмещающие породы представлены супесями и мелкозернистыми песками [1]. Мощность первого водоносного горизонта достигает 2,1 м [1], глубина залегания уровня подземных вод – 1,7–1,8 м, водовмещающие породы – супесь текучая. Воды порово-пластовые, со свободной поверхностью. На разрезе не обозначен водоносный горизонт в водонасыщенном слое песков, но предполагается его наличие. Для песчаных грунтов коэффициент фильтрации, по данным лабораторных работ [1], составляет 1,26-3,02 м/сут, для глинистых грунтов – 0,00018-0,00708 м/сут. Питание грунтовых вод происходит, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также вод р. Камы, трещинно-грунтовых вод коренных пород. Разгрузка их происходит в р. Кама [1].

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-сульфатные со смешанным катионным составом, пресные (минерализация 595-949 мг/дм³), щелочные (рН=7,10-7,20) [1].

Подземные воды не агрессивны к маркам бетона по водонепроницаемости W4, W6, W8, W10-W12 по всем показателям (СП 28.13330.2012, табл. В.3) [50].

По содержанию сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/л, подземные воды неагрессивны к маркам бетона по водонепроницаемости W4, W6, W8, W10-W14, W16-W20 [50].

По степени агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на арматуру железобетонных конструкций подземные воды неагрессивны при постоянном погружении и при периодическом смачивании (СП 28.13330.2012, табл. Г.2) [50].

По степени агрессивного воздействия на металлические конструкции поверхностные воды среднеагрессивные (СП 28.13330.2012, табл. Х.3) [50].

2.5 Геологические процессы и явления на участке

На участке изысканий из современных геологических, инженерно-геологических процессов и явлений имеют распространение:

- а) морозное пучение грунтов
- б) подтопление;
- в) сейсмическая активность.

Каждую зиму грунт промерзает на некоторую глубину, при этом содержащаяся в грунте вода замерзает, превращается в лед и расширяется, тем самым, увеличивая объем грунта. Увеличиваясь в объеме, грунт действует на фундамент здания, сила этого воздействия может быть очень велика и составлять десятки тонн на квадратный метр поверхности фундамента. Для того, чтобы силы пучения не действовали на основание фундамента, нужно его закладывать на глубину ниже глубины промерзания.

Нормативная глубина сезонного промерзания (оттаивания) неоднородной грунтовой толщи для глин и суглинков на изучаемой площадке составляет 1,59 м [49]. По степени морозной пучинистости (ГОСТ 25100-2011, табл. Б.2.19) грунты, залегающие в пределах глубины сезонного промерзания, относятся к: сильнопучинистым ($E_{fn}=8,2-9,5\%$) – ИГЭ №1 [1].

Фактические глубины промерзания на самом деле будут отличаться от нормативных, приведенных в СНиП, потому что нормативные данные приведены для самого плохого случая - отсутствия снежного покрова. Таким образом, реальная глубина промерзания земли может быть на 20-40% меньше нормативной.

Подтопление является наиболее ущербобразующим процессом, широко распространенное в пределах города и во многом определяющее интенсивность и техногенную активизацию других процессов.

Подтопление осваиваемых и уже застроенных территорий – это неблагоприятный (порой опасный) результат изменения существующего водного режима, вызвавшийся в подъеме уровня подземных вод или в повышении влажности грунтов зоны аэрации до критической величины.

Основными причинами подтопления осваиваемых территорий на стадии подготовки и строительства являются:

- изменение условий поверхностного стока при вертикальной планировке и засыпке естественных дренажей (например, территория молочного комбината);
- поступление поверхностных вод при намыве грунтов оснований (Камская долина);

- длительный разрыв между земляными и строительными работами нулевого цикла, приводящий к накоплению поверхностных вод в строительных котлованах и траншеях;
- утечки из водонесущих коммуникаций.

При эксплуатации застроенных территорий подтопление в основном вызывается инфильтрацией утечек производственных и сточных вод, уменьшением испарения под зданиями и различного рода покрытиями, барражным эффектом заглубленных частей сооружений.

Особо следует выделить подтопление, обусловленное действием камских водохранилищ, зона активного влияния которых на уровень подземных вод в пределах низких террас распространяется на несколько сотен метров, при паводке 5–10 % обеспеченности на 1–2 км. На высоких террасах подпор, создаваемый Воткинским водохранилищем, на положение уровня подземных вод (за исключением узкой прибрежной полосы) существенного воздействия не оказывает.

К подтопленным территориям относятся пойма и I терраса р. Камы, большая часть II и часть III левобережных террас, значительная часть IV террасы (в основном за счет техногенных факторов), где заглубленные части зданий и сооружений, фундаменты, коммуникации значительную часть времени или постоянно находятся ниже уровня подземных вод.

На левобережной части потенциально подтопляемые территории установлены в пределах II, III и IV надпойменных террас р. Камы, делювиального склона IV террасы и отлогих эрозионных склонов долин притоков р. Камы. На правобережной части города потенциально подтоплена II терраса р. Камы.

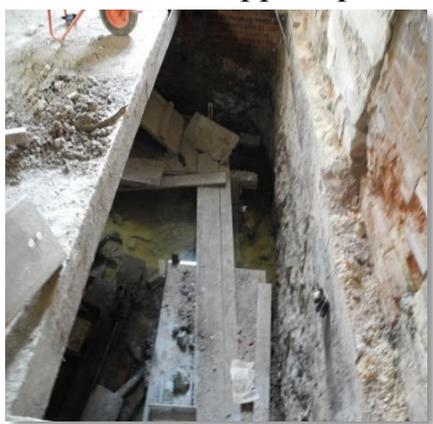


Рис. 2.13. Вода в подвале здания вокзала [1]



Рис. 2.14. Проседание и деформация плит в результате суффозионных процессов [1]

Участок изысканий расположен в пределах II левобережной надпойменной террасы р. Кама (80–140м от береговой линии) и

относится, в целом, к районам, подтопленным в естественных условиях. По характеру техногенного воздействия участок относится к потенциально подтопляемым [65].

Расчётная сейсмическая интенсивность района по шкале MSK-64 для объектов нормальной степени ответственности и третьей степени сейсмической опасности составляет (СП 14.13330.2011) 8 баллов.

Категории опасности природных процессов, согласно СНиП 22-01-95:

- морозное пучение – умеренно опасный;
- подтопление - весьма опасный;
- сейсмическая активность – умеренно опасный.

Такие процессы как речная эрозия, крип, суффозия (рис.2.14), можно наблюдать в непосредственной близости реки Кама. Отмеченные факты позволяют утверждать, что подземные воды на данной территории оказывают разрушающее воздействие на грунты и требуют дальнейшего изучения.

2.6 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категорий сложности инженерно–геологических условий участка производится по совокупности факторов, указанных в СП 11–105–97 (Приложение Б) [46]. 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.

В геоморфологическом отношении I категория сложности, т. к. площадка находится в пределах одного геоморфологического элемента.

В гидрогеологическом отношении I категория сложности, т. к. имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом.

Геологические и инженерно-геологические процессы в сфере взаимодействия зданий с геологической средой, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений имеют ограниченное распространение и не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов (II категория).

Таким образом – условия средней сложности (II категория).

2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружения

Инженерно-геологические условия участка существенного влияния на процесс изысканий оказывать не будут. Освоение территории существенно облегчает полевые работы.

Участок работ располагается в зоне сейсмической активности и в зоне подтопления.

Участок изысканий относится, в целом, к районам, подтопленным в естественных условиях. Для предотвращения действия барражного эффекта и подтопления фундамента, рекомендуется выполнить заглубление подошвы фундамента выше уровня подземных вод.

Прогноз изменения уровня подземных вод рекомендуется провести методом моделирования на максимальный срок весеннего половодья с пиковым уровнем (прохождение максимальных расходов и уровней) – 30 суток.

При строительстве и эксплуатации здания необходимо предусмотреть комплекс мероприятий по инженерной защите территории – дренаж, организация поверхностного стока и обвалование.

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

Под сферой взаимодействия геологической среды с сооружением следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно–геологические процессы [5].

Сфера взаимодействия определяется тогда, когда выполняются следующие условия:

- 1) определено точное местоположение проектируемого сооружения;
- 2) разработаны его конструкция и режим его эксплуатации;
- 3) выявлены и изучено геологическое строение участка и его гидро-геологические условия.

На данном участке проектируется двухэтажная гостиница.

Технические характеристики проектируемых зданий и сооружений на участке застройки приводятся согласно техническому заданию (табл.3.1).

Сфера воздействия проектируемого сооружения, на ленточном фундаменте, на геологическую среду ограничена:

- по площади – контуром расположения проектируемого сооружения и территорией благоустройства (3-4 м);
- по глубине – нижняя граница активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него [48].

Таким образом, по площади сфера взаимодействия составит:

$$S = 50 \times 20 \text{ м}^2$$

Глубину горных выработок следует устанавливать в зависимости от типов фундаментов и нагрузок на них (этажности): для ленточных и столбчатых фундаментов – по таблице 6.3 СП 47.13330.2012 [48]. Согласно таблице, глубина горной выработки от подошвы фундамента составляет 8 м.

Глубина заложения фундамента, в соответствии с техническим заданием, составляет 1 м. Таким образом, глубина сферы взаимодействия от подошвы фундамента составляет 8 м.

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой составлена расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета

фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов. Расчетная схема основания проектируемого здания приведена на листе №3 графических приложений.

Таблица 3.1

Техническая характеристика проектируемых зданий и сооружений

Вид и назначение проектируемого здания и соору-	Габариты (длина, ширина, высота)	Тип фундамента его размеры	Этажность	Нагрузка на фундамент
1	2	3	4	5
Малоэтажная гостиница, жилое	50 x 20 м подвал 1 м 1,2 эт. – 3,3 м	Ленточный (монолитная железобетонная фундаментная плита)	2	200

Продолжение таблицы 3.1

Предполагаемая глубина заложения фундамента	Наличие мокрых технологических процессов	Наличие подвалов, их глубина и назначение	Предполагаемые нагрузки на грунты кН/м	Чувствительность к неравномерным осадкам	Уровень ответственности
6	7	8	9	10	11
Не более 1 м	Подтопление	Заглубление 1 м. Подвал для размещения служебного помещения и прокладка комму-	200	10	II

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 [5].

На основе составленной расчетной схемы основания и с учетом требований нормативных документов определены следующие конкретные задачи изысканий в пределах предполагаемой сферы взаимодействия проектируемого здания:

1. Изучение инженерно-геологического разреза.
2. Изучение состава, состояния и физико-механических свойств грунтов инженерно-геологического разреза.
3. Получение нормативных и расчетных характеристик грунтов необходимых для проектирования сооружения.

4. Уточнение глубины залегания уровня грунтовых вод, а также ее химического состава.

5. Уточнение отсутствия, либо выявления наличия опасных геологических процессов и явлений на участке строительства.

6. Составление прогноза изменений инженерно-геологических условий участка в период строительства и эксплуатации [5].

3.2.Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Расчетная схема позволила запроектировать виды, объемы и методы работ.

Таким образом, проектируются следующие виды работ:

- топогеодезические работы;
- буровые работы;
- опробование;
- полевые исследования грунтов (статическое зондирование);
- лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод;
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета (заключения) [46].

3.2.1 Топогеодезические работы

Топогеодезические работы проводятся для обеспечения привязки горных выработок и создания топографического плана масштаба 1:500.

Проектом предусмотрено привязка 3х скважин и бти точек статического зондирования.

Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений и данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе в масштабе 1:500 [45].

3.2.2 Буровые работы

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- 1) установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод; определения глубины залегания уровня подземных вод;
- 2) отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств.

В соответствии с расчетом глубины сферы взаимодействия определяем глубину горных выработок. Она равна 9 м.

В соответствии с СП 11–105–97 (п.8.3) и СП 47.13330.2012 (п.6.3.6) [46, 48], 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 табл 8.1.СП 11–105–97 [46].

Таблица 3.2

Расстояние между горными выработками в зависимости от категории сложности условий [46]

Категория сложности инженерно-геологических условий	Расстояние между горными выработками для зданий и сооружений I и II уровней ответственности, м	
	I	II
I	75–50	100–75
II	40–30	50–40
III	25–20	30–25

В соответствии с рекомендациями СП 11–105–97, для проектируемого здания II уровня ответственности и II категории сложности, расстояние между горными выработками не должно превышать 50-40 м и располагаться по контурам здания. Общее количество горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее трех.

Составим схему расположения скважин в пределах проектируемого здания:

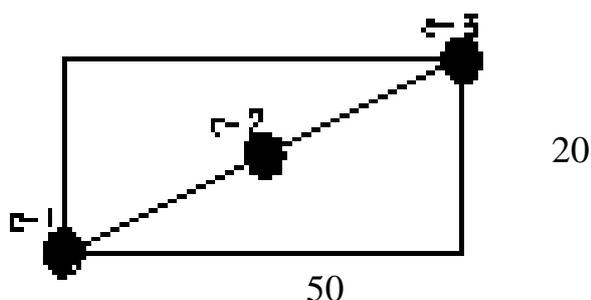


Схема 3.1. Расположение горных выработок по оси проектируемого сооружения

Так как здание имеет габариты, в метрах – 50х20, то расстояние между горными выработками не превысит 40 м и расстояние между скважинами составит 27 м.

В пределах сферы взаимодействия находится 4 ИГЭ.

3.2.3 Опробование

В процессе бурения скважин проводится опробование, объем опробования определяем нормативным методом. Согласно СП 11–105–97 п.7.16 количество образцов грунтов следует устанавливать соответствующими расчетами в программе изысканий для каждого характерного слоя (инженерно-геологического элемента) в зависимости от требуемой точности определения их свойств, степени неоднородности грунтов и уровня ответственности проектируемого объекта (с учетом результатов ранее выполненных изысканий в данном районе) [46].

По каждому выделенному инженерно-геологическому элементу необходимо получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов, или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов.

Интервал опробования – это расстояние между точками опробования по вертикали, м.

Интервал опробования определяется следующим образом:

$$n = H_{cp} / N \times \text{кол.-во скважин},$$

где **n** – интервал опробования, м;

H_{cp} – средняя мощность инженерно–геологического элемента, м;

N – необходимое количество образцов.

Таблица 3.3

Количество частных значений характеристик грунта по образцам

ИГЭ	Гран. состав	W	W _L	W _p	ρ	E	φ, с	Всего образцов с запа- сом	
								монолиты	нар. струк- туры
1. Глина мягко-пластичная	-	10	10		10	6	6	6	4
2а. Суглинок текучий	-	10	10		Определяются полевыми мето- дами			-	10
2б. Суглинок мягкопластич- ный	-	10	10		10	6	6	6	4
3. Песок, насы- щенный водой	10	10	-		Определяются полевыми мето- дами			-	10

Зная необходимое количество образцов, рассчитываем интервал опробования для каждого ИГЭ:

Интервал опробования монолитов:

2) общее сопротивление грунта на боковой поверхности Q_s (для зонда типа I);

3) удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда f_s .

Перерывы в погружении зонда допускаются только для наращивания штанг зонда.

В процессе зондирования необходимо осуществлять постоянный контроль за вертикальностью погружения зонда.

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, приведенных в таблице 1 в ГОСТ 19912–2012 [28]. По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют. Регистрацию показателей сопротивления грунта внедрению зонда производят в журнале испытания согласно ГОСТ 19912–2012, на диаграммной ленте или в блоке памяти системы регистрации. По данным измерений, полученных в процессе испытания, вычисляют значения Q^s (для зонда типа I), q^c , f^c (для зонда типа II) и строят графики изменения этих величин по глубине зондирования согласно ГОСТ 19912–2012 [28].

Статическое зондирование позволяет определить несущую способность, определить границы литологического состава горных пород. Определить физические, деформационные и прочностные свойства грунтов.

3.2.5 Лабораторные исследования грунтов и подземных вод

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 [21], 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.

В зависимости от свойств грунтов, характера их пространственной изменчивости, а также целевого назначения инженерно-геологических

работ в программе изысканий рекомендуется устанавливать систему опробования путем соответствующего расчета.

Согласно п. 6.3.19 СП 47.13330 в зоне воздействия на строительные конструкции отбирают не менее трех проб на определение агрессивности водной среды к бетону или коррозионной активности к металлам [48]. Исследования коррозионной агрессивности, должны быть проведены для грунтов, залегающих выше уровня грунтовых вод [32].

Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод, а также водных вытяжек из глинистых грунтов необходимо выполнять в целях определения их агрессивности к бетону и стальным конструкциям.

Для оценки химического состава воды рекомендуется проводить стандартный анализ. Выполнение полного или специального химического анализа воды следует предусматривать при необходимости получения более полной гидрохимической характеристики водоносного горизонта, водотока или водоёма, оценки характера и степени загрязнения воды, что должно быть обосновано в программе изысканий.

3.2.6 Камеральная обработка материалов и составление технического отчета (заключения)

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:

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

Результаты расчетов объемов работ, предусмотренных для инженерно-геологических изысканий участка работ представим в виде таблицы 3.4.

Таблица 3.4

Виды и объемы работ

Наименование работ	Единица	Объем работ	Примечание
	измерения		
1. Топогеодезические работы	точка	9	
2. Буровые работы	м	27 м	3 скв.х9 м =27 м
3. Опробование			
3.1. Отбор образцов грунта ненарушенного сложения	монолит	12	
3.2. Отбор образцов грунта нарушенного сложения	проба	28	
3.3. Отбор проб воды	проба	3	
3.4. Отбор на коррозион.активность грунтов	проба	3	
4. Полевые испытания:			
4.1.Статическое зондирование		6	
5.1. Лабораторные работы			
5.2. Определение грансостава		10	
5.3. Определение природной влажности	определение	40	
5.4. Определение показателя текучести	определение	30	
5.5. Определение показателя раскатывания	определение		
5.6. Определение плотности грунта	определение	20	
5.7. Определение прочностных свойств грунта	определение	12	
5.8. Определение деформационных свойств грунта	определение	12	
5.9. Определение коррозионной активности грунтов к железобетону, стали		3	
5.10. Определение коррозионной активность грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля		3	
5.11. Анализ по определению агрессивных свойств воды		3	
6. Камеральные работы			
6.1. Составление программы	программа	1	
6.2. Составление отчета	отчет	1	

3.3 Методика проектируемых работ

3.3.1 Топогеодезические работы

Топографическая съёмка – это создание топографического плана местности в цифровых носителях и на бумажной основе посредством измерений расстояний, высот, углов или прямого получения координат, с помощью специальных геодезических инструментов, а также получение изображений земной поверхности с летательных аппаратов (аэросъёмка, космическая съёмка).

Топогеодезические работы будут включать в себя тахеометрическую съёмку, которая позволяет определить положения точки местности как в плане, так и по высоте одним визированием трубой тахеометра на рейку с нанесённой на неё шкалой. Тахеометрическую съёмку целесообразно выполнять электронными или номограммными тахеометрами, позволяющими автоматически получать превышения и горизонтальные проложения.

Геодезические изыскания заканчиваются составлением плана, на котором будет показано плановое и высотное положения сооружений и данные привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе. Плановая и высотная привязка выполняется методом полярной съёмки с пунктов опорной геодезической сети электронным тахеометром Nikon Nivo M.

3.3.2 Буровые работы

3.3.2.1 Геолого-технические условия бурения

Наиболее важной задачей проходки скважин при инженерно-геологических изысканиях является изучение геологического разреза и определения физико-механических свойств грунтов.

Образцы пород, отбираемые для геологического разреза, должны отражать все структурные, текстурные и другие особенности грунта: последовательность залегания слоев, мощность слоев положения контактов, наличие гнезд, тонких прослоев; консистенцию и водоносность грунтов и прочее [20].

Проходку горных выработок следует осуществлять, как правило, механизированным способом.

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 природных условиях залегания [20].

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.

Проектом предусматривается бурение 3 скважин глубиной 9 м с отбором образцов нарушенного сложения. Общий метраж бурения составляет 27 м.

Проектный литологический разрез на примере скважины №1 представлен в таблице 3.5. Гравийный техногенный грунт не выделяется как ИГЭ, так как планируется полная выемка данного слоя при строительстве.

Таблица 3.5

Краткое описание геологического разреза

№ ИГЭ	Разновидности грунтов	Интервал залегания			Категория пород по буримости
		от	до	мощность	
	Техногенный грунт	0,0	1,0	1,0	Ш
1.	Глина мягкопластичная	1,0	1,9	0,9	I
2а.	Суглинок текучий	1,9	4,0	2,1	I
2б.	Суглинок мягкопластичный	4,0	7,0	3,0	I
3.	Песок водонасыщенный	7,0	9,0	2,0	II

Под устойчивостью понимают способность горных пород не обрушаться при обнажении их в массиве буровыми скважинами или горными выработками. Устойчивость от характера связи между частицами горных пород. Таким образом, на участке проектирования выделяется 3 группы по устойчивости:

I группа – кратковременно устойчивые (глины и суглинки мягкопластичные, техногенный грунт). Эти породы бурят без закрепления стенок скважин.

II группа – породы слабоустойчивые (супесь текучая). Требуется закрепление обсадными трубами.

III группа – неустойчивые породы (водонасыщенные пески). Требуется опережающее закрепление обсадными трубами.

Так как в разрезе присутствуют неустойчивые и слабоустойчивые породы, крепление стенок скважин будет осуществляться с помощью обсадных труб.

3.3.2.2 Выбор конструкции скважин

Особенности бурения, глубина скважин, характер пород, диаметры скважин требуют применения соответствующих конструкций скважин [20].

Назначение буровых скважин определяет диаметр скважины, вид, количество и правила отбора образцов, состав и содержание опытных работ, способ бурения.

По назначению скважины могут быть подразделены на зондировочные, разведочные, гидрогеологические и специального назначения [20]. Проектируется бурение разведочных скважин.

Назначение разведочных скважин заключается в детальном изучении геологического разреза. Образец грунта (кern), извлекаемый из разведочной скважины, служит для определения особенностей геологического разреза, последовательности в залегании слоев грунта, их мощности и положения контактов, текстурных и структурных особенностей грунта (слоистость, отдельность, дисперсность, тип структуры, наличие промазок, гнезд, включений и т. п.), плотности и консистенции грунта, соответствующих природным условиям, влажности и водоносности грунта.

Так как бурение скважин планируется колонковым механическим способом «всухую», тогда в соответствии с СП 11–105–97 приложение Г, минимальный диаметр бурения составляет 89 мм, максимальный 219 мм.

Проектная глубина бурения (наряду с назначением скважины) определяет тип и мощность бурового станка, основные параметры бурового оборудования и инструмента, отчасти начальный диаметр скважин и т. п.

Планируется бурение неглубоких скважин (до 9 м).

Крепление стенок скважины обсадными трубами с диаметром 146 мм будет производиться от поверхности до 4 м.

На интервале 4–9 м скважина проходится без крепления.

Конструкция скважины показана на листе №5 графических приложений.

3.3.2.3 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).

Из таблицы 3.5 видно, что грунты разреза представлены песчаными и глинистыми грунтами, поэтому проходку горных выработок всех грунтов проектируется проводить колонковым механическим способом «всухую», с полным отбором керна, укороченными рейсами (до 0,6 – 1,0 м). Отбор монолитов – грунтоносами.

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. Твердосплавный породоразрушающий инструмент можно применять при проходке скважин в глинистых, песчаных и мерзлых грунтах; алмазный – при проходке скважин в монолитных скальных 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 [20].

3.3.2.4 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 техничеки 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 (рис. 3.1). Техническая характеристика приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Техническая характеристика установки ПБУ–2 [64]

Ход подачи, м	1,8; 2,2; 3,4*
Усилие подачи, кгс	
- вверх	3500 – 10000*
- вниз	3500–10000*
Частота вращения шпинделя, об/мин	25–430
Крутящий момент, кгм	500
Грузоподъемность лебедки, кгс	1600
Условная глубина бурения, м	
- шнеками	60
- шнековым буром	25
- шнековым буром, скользящим по штангам	16 100–120
- с промывкой	100
- с продувкой	
Диаметр бурения, макс., мм	
- шнеками	400
- шнековым буром	850
- с промывкой (конечный)	190,5
- с продувкой (конечный)	190,5

Установка предназначена для бурения скважин в глинистых, песчаных, крупнообломочных, мерзлых грунтах ударно-канатным способом кольцевым забоем, медленновращательным 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 её 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.

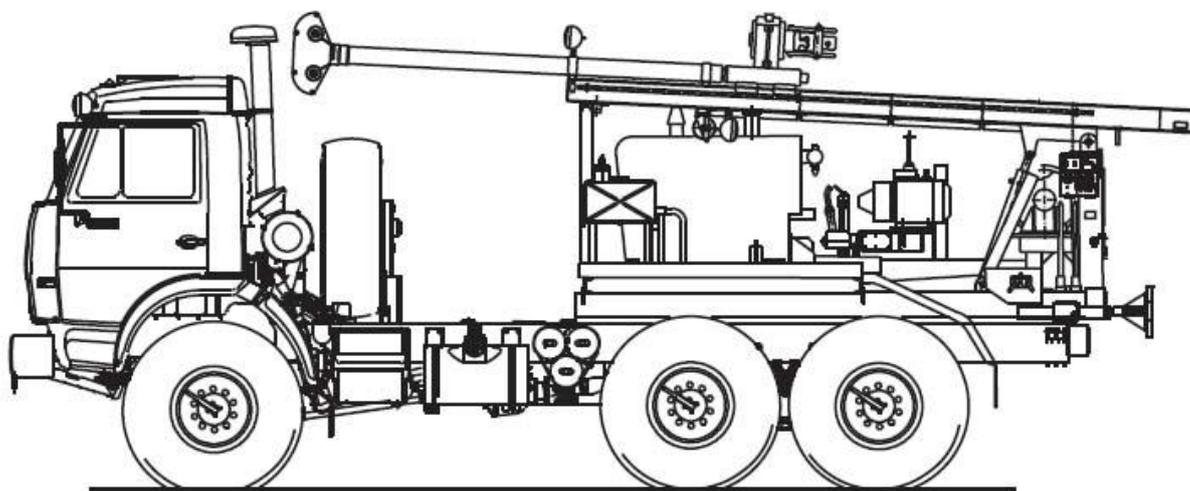


Рис. 3.1. Буровая установка ПБУ-2 [64]

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 пневмоударных машин до 250 мм;

- ударно-канатное бурение;

3.3.2.5 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 0,0–9 м проектом предусмотрено использование ребристых коронок М1 диаметром 151 мм и 132 мм. Техническая характеристика и удельные значения режимных параметров для данных типов коронок представлены в таблице 3.7.



Рис. 3.2. Коронки типа М1

Таблица 3.7

Техническая характеристика и удельные значения режимных параметров коронок типа М1

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
М1	I–III	151	112	4	30–50	4–4,8	120–190
М1	I–III	132	92	4	30–50	4–4,8	150–225

Диаметр породоразрушающего инструмента:

- в интервале 1.0–4 м – 151 мм;
- в интервале 4–9 м – 132 мм.

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, обеспечения промывки или продувки её 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 (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Бурильные трубы ТБСУ П 55х4,5

Колонковые трубы предназначены для приёма керна, последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения

Обсадные трубы предназначены для закрепления неустойчивых стенок скважин, перекрытия напорных и поглощающих горизонтов, изоляции вышележащих толщ от продуктивных залежей с целью их опробования или эксплуатации и для других целей. В проекте применяются колонковые трубы диаметром 146 и 127 мм, длиной 1,5–6,0 м, с ниппельным соединением.

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы (рис. 3.3). В соответствии с таблицей Г1 ГОСТ 12071–2000 [25] для глинистых грунтов твердой, мягкопластичной консистенции используется

вдавливаемый грунтонос ГВ–3. Техническая характеристика грунтоноса находится в таблице 3.8.



Рис. 3.3. Грунтонос вдавливаемый

Таблица 3.8

Техническая характеристика грунтоноса ГВ–3

Наружный диаметр грунтоноса, мм	116
Длина, мм	785
Наружный диаметр корпуса, мм	108
Диаметр входного отверстия башмака, мм	96
Длина керноприемной гильзы, мм	450
Наружный диаметр гильзы, мм	100
Внутренний диаметр гильзы, мм	97
Угол заточки башмака, град.	10
Масса грунтоноса, кг	13,5

3.3.2.6 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 60–150 об/мин, при осевой нагрузке на буровую коронку 3–6 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.

Технология бурения должна соответствовать геолого-техническому наряду, приведенному на листе 5 графических приложений.

3.3.2.7 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению

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

- крепление скважины буровыми трубами;
- документация керна;
- опробование.

Крепление скважины трубами

Для закрепления стенок скважины при бурении на инженерных изысканиях применяют стальные обсадные трубы с ниппельным соединением. Крепление производится одной колонной до глубины 4,0 м.

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 нарушенного 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 керноприемной гильзы.

3.3.3 Опробование

Опробование – комплексный метод, получения инженерно–геологической информации, включающий способы отбора образцов и их консервации.

Образцом грунта следует считать любой объем грунта, отобранный с целью его дальнейшего изучения. Образец грунта, в котором сохранена структура, текстура, плотность и естественная влажность, называется монолитом.

Отбор образцов, упаковка, транспортирование и хранение производится согласно ГОСТ 12071–2000 [25].

Образцы нарушенного сложения отбираются для проведения гранулометрического анализа, определения числа пластичности, консистенции, плотности частиц грунтов. Инструментом для отбора образцов нарушенного сложения будут являться: одинарная колонковая труба, забивной стакан, желонка.

Образцы грунта нарушенного сложения, для которых не требуется сохранение природной влажности, укладывают в тару, обеспечивающую сохранение мелких частиц грунта. Образцы грунта, для которых требуется сохранение природной влажности, укладывают в тару с герметически закрывающимися крышками.

Монолит немерзлого грунта, отобранный без жесткой тары, следует немедленно изолировать способом парафинирования.

Образцы грунта, предназначенные для транспортирования в лаборатории, необходимо упаковывать в ящики (термосы).

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.

Статическое зондирование будет выполняться в 6 точках с помощью комплекта инструмента УГС–20. Глубина зондирования составит 9 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 [28].

Интерпретация материалов зондирования будет осуществляться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [28, 46, 48].

3.3.5 Спецвопрос: особенности испытания грунтов методом статического зондирования

На сегодняшний день в практике инженерных изысканий методики полевых испытаний грунтов статическим зондированием (СРТ – cone penetration testing) занимают одну из ключевых позиций. Данный метод обладает значительной технико-экономической эффективностью, позволяет оперативно получать достаточно большие объемы информации (1–1,5 часа на 30 м). Методы зондирования используются с целью идентификации типа грунта, стратиграфии и определения механических свойств грунтов.

Выполнение этого вида полевых испытаний грунтов можно рекомендовать в качестве первого этапа полевых инженерно-геологических изысканий, по результатам которого можно корректировать последующие работы по инженерно-геологическому опробованию и лабораторному анализу, а также на стадии рабочей документации для детализации окончательных проектных решений и проведения специальных исследований.

Статическое зондирование выполняется в массиве грунта, и это позволяет более точно характеризовать грунт в естественном залегании и избежать многочисленных погрешностей, которые свойственны инженерно-геологическому бурению/опробованию и лабораторным работам.

Современные технологии в проектировании и строительстве высотных объектов, сооружений первого уровня ответственности и уникальных зданий требуют большого объема испытаний грунтового основания статическим зондированием на больших глубинах. На сегодняшний день статическое зондирование на глубины более 20 м постепенно входят в практику инженерных изысканий. Например, при выполнении испытаний без применения предварительного разбуривания были достигнуты следующие проектные глубины: 53 м (Казань); 45 м (Тобольск); 46 м (Сочи); 56 м (Москва); 45 м (Когалым).

Методом статического зондирования в совокупности с другими видами инженерно-геологических исследований решаются следующие задачи:

- определение с помощью корреляционных зависимостей модуля деформации, угла внутреннего трения, удельного сцепления, плотности и других показателей физико-механических свойств грунтов;
- выделение инженерно-геологических элементов, определение мощности стратиграфических горизонтов;
- определение глубины залегания кровли крупнообломочных и скальных грунтов;
- определение степени уплотнения и упрочнения (диссипации, релаксации напряжений) грунтов во времени и пространстве;
- оценка пространственной изменчивости состава и свойств грунтов;
- получение данных для расчета несущей способности свайных фундаментов [17].

Основные определяемые свойства и характеристики грунтов:

1. Мощность слоев грунта.
2. Угол внутреннего трения песчаных грунтов, φ и силы сцепления.

3. Плотность сложения песчаных грунтов.
4. Нормативный модуль деформации E .
5. Показатель текучести I_L .
6. Определение несущей способности свай.
7. Параметры для определения осадки и несущей способности фундаментов мелкого заложения.

Испытание грунта проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей вдавливание зонда в грунт. Стандартные характеристики конуса: конуса 60° (площадь 10 см^2 , $035,7 \text{ мм}$) при постоянной скорости $2 \pm 0,5 \text{ см/с}$, обеспечивающем вдавливание конуса в грунт.

Информация, регистрируемая в ходе задавливания зонда, накапливается на дискретных цифровых файлах и визуализируется в виде непрерывных графиков в определённом масштабе как для параметров зондирования, так и по глубине. Вид паспорта испытания грунтов статическим зондированием с рабочим графиком, непосредственно получаемым в ходе зондирования, показан на листе графики №4.

Нормативная процедура обработки результатов зондирования изложена в ГОСТ 19912–2012 «Грунты. Межгосударственный стандарт. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием» [28] и соответствует возможностям нулевого класса зондирования.

Обработка результатов по ГОСТ 19912–2012 представляется в виде графиков изменения лобовых и боковых сопротивлений по глубине. Графики распечатываются и дополняются идентификационной колонкой, которая отражает разрез близлежащей буровой скважины. На идентификационной колонке показываются инженерно–геологические элементы, выделяемые по результатам изысканий.

Установки статического зондирования классифицируются по ГОСТ 19912-2012 [28] в зависимости от предельного усилия вдавливания и извлечения зонда.

Наибольший интерес представляют установки, относящиеся к тяжелому типу. В качестве примера рассмотрим установку глубинного статического зондирования типа УГС-20 производства компании «ПрогрессГео» (таблица 3.9, лист графики №4).

Она предназначена для проведения испытаний грунтов в соответствии с ГОСТ 19912-2012 [28] и ГОСТ 20276-99 [30] на больших глубинах и в грунтах плотного сложения. Эта установка может быть смонтирована на грузовом трехосном шасси автомобиля «Урал» или КамАЗ. Нагрузочное устройство, расположенное строго в центре масс

машины, позволяет максимально эффективно использовать вес автомобиля, благодаря чему усилие вдавливания колонны достигает 200 кН (20 тс), что обеспечивает погружение зонда на глубину до 50 м и более (за исключением случаев прохождения через плотные песчаные или гравелистые грунты без разбуривания) [14].

Таблица 3.9

*Технические характеристики установки статического зондирования
УГС-20*

Характеристика	Значение, тип, марка и пр.
Усилие вдавливания	до 250 кН
Глубина зондирования	до 50 м и более
Крутящий момент разбуривающего устройства	1500 Н·м
Максимальный диаметр буровой колонны	180 мм
Точка отказа по лобовому сопротивлению	150 МПа
Угол отклонения направления вдавливания от вертикали	измеряется инклинометром
Привод	гидравлический
Рабочее давление в гидросистеме	220 бар
Количество контуров гидромагистрали	2 шт.
Потребляемая мощность гидростанции	88,3 кВт
Мощность вращателя разбуривающего устройства	48 кВт
Количество цилиндров вдавливающего устройства	2 шт.
Диаметр цилиндров вдавливающего устройства	120 мм
Диаметр штоков	80 мм
Используемое масло в гидросистеме	ВМГЗ
Количество аутригеров	4 шт.
Рабочий ход поршней нагрузочного устройства	1200 мм
Напряжение электросети	12/24/220 В
Габаритные размеры	7366×3840×2450 мм

Установка также оснащена встроенным в нагрузочную раму разбуривающим устройством, обеспечивающим прохождение колонны на заданную глубину, в том числе через грунтовые слои плотного сложения, с максимальной экономией времени и ресурсов, так как не требует привлечения дополнительной буровой техники на точку статического зондирования. В то же время, помимо вышеперечисленных преимуществ, установка УГС-20, оснащенная разбуривающим устройством, имеет возможность самостоятельного заанкеривания в случае необходимости создания усилия подачи, превышающего вес машины [14].

Установка УГС-20 также оборудована специализированной запатентованной системой автоматизированного контроля устойчивости

и углов крена машины при пиковых значениях вдавливающего усилия, что исключает возможность перелома штанг колонны статического зондирования, находящихся у поверхности земли.

УГС-20 комплектуется как отечественным инструментом, так и оборудованием шведской компании GEOTECH, являющейся лидером в сфере производства комплектов оборудования для статического зондирования с беспроводной передачей данных при наилучшей чистоте сигнала [14].

Основным элементом измерительного оборудования является зонд. В зависимости от конструкции наконечника зонды разделяют на два типа (лист графики №4):

- зонд с наконечником из конуса и кожуха (в России сегодня фактически не используется);
- зонд с наконечником из конуса и муфты трения (является основным в современной практике изысканий).

Часть наконечника, расположенная над конусом электрического зонда, называется муфтой трения.

Для всех типов зонда площадь основания конуса составляет 10 см^2 , а величина угла при вершине конуса – 60° .

В России зонд второго типа называют тензозондом или электрическим зондом.

Существующие зонды могут быть разделены на два класса. Зонды первого класса применяются для оценки свойств грунтов при статическом нагружении, зонды второго класса используются для оценки сейсмических свойств грунтов.

Зонды первого класса можно разделить на две группы: тензометрические (СРТ) и пьезоэлектрические (СРТУ). Тензозонд способен непрерывно измерять лобовое сопротивление и трение на боковой поверхности. Пьезозонд дополнительно может измерять поровое давление.

К зондам второго класса относятся пьезо-сейсмоакустические (SCPT), в которые могут быть встроены: видеокамера; дополнительные датчики для измерения электрической проводимости, интенсивности потока гаммолучей, химического состава грунтовых вод (лист графики №4).

В мировой практике изысканий используются следующие модификации статического зондирования:

- 1) с измерением порового давления (СРТУ);
- 2) с измерением электропроводности (RCPT);
- 3) с измерением скоростей волн сдвига (сеймостатическое зондирование) (SCPT);

- 4) с проведением прессиометрии (СРМ);
- 5) с проведением магнитометрии (для обнаружения наличия металлических предметов);
- 6) с установлением наличия углеводородных загрязнителей, их типа и концентрации (СРТ/ROST);
- 7) с установлением наличия летучих хлорорганических соединений и других летучих органических компонентов (СРТ/МІР);
- 8) с детекцией тяжелых металлов;
- 9) с записью звуков при внедрении конуса (Acoustic СРТ);
- 10) с проведением гамма-каротажа;
- 11) с измерением температуры грунта (ТСРТ).

В практике российских работ, как правило, используются зонды с измерением порового давления (СРТУ); с измерением электропроводности (РСРТ) и с измерением скоростей волн сдвига (сейсмостатическое зондирование) (SCPT).

Чаще всего с помощью зонда измеряются следующие параметры [17]:

- удельное сопротивление грунта под конусом зонда, или лобовое сопротивление q_c (МПа), которое определяется как отношение силы сопротивления внедрению конуса в грунт к площади основания конуса;
- удельное сопротивление грунта на участке муфты трения f_s (МПа), которое представляет собой сопротивление грунта по боковой поверхности зонда (муфте трения), отнесенное к ее площади;
- поровое давление u (МПа) при оснащении зонда дополнительным датчиком;
- угол отклонения зонда от исходного направления при оснащении зонда дополнительным датчиком (инклинометром);
- геофизические параметры (например, скорость прохождения упругих волн, удельное электрическое сопротивление грунта) при некоторых конструкциях зондов.

Таким образом, испытания грунтов методом статического зондирования, в сочетании с другими видами инженерно-геологических исследований, в сложных инженерно-геологических условиях и при высоком уровне ответственности объектов, являются неотъемлемой частью инженерных изысканий. Применение статического зондирования позволяет оптимизировать объем дорогостоящих и трудоемких испытаний.

При этом, несмотря на высокую скорость получения результатов, современные методы статического зондирования грунтов не столь просты – они требуют высокого уровня технического оснащения и

соответствующей квалификации исполнителей, особенно при проведении испытаний на больших глубинах.

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 [46] и СП 47.13330.2012 [48].

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 [21], 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 [46].

Лабораторные работы выполняются в аккредитованной грунтовой лаборатории на сертифицированных приборах.

Гранулометрический состав песков определяют ситовым методом [24] с последующей классификацией грунтов согласно ГОСТ 25100–2011 [21].

Природную влажность грунта, границу текучести, границу раскатывания и плотность определяют согласно ГОСТ 5180–2016 [23].

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 [23].

Границу текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус (рис. 3.4) погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм [23].



Рис. 3.4. Балансирный конус

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 [23].

Плотность грунта определяют методом режущего кольца и вычисляют отношением массы образца грунта к его объему [23].

Прочностные и деформационные характеристики грунтов определяют в сдвиговых и компрессионных приборах измерительно-вычислительного комплекса «АСИС» (рис. 3.5–3.6)



Рис. 3.5. Сдвиговой прибор ИВК «АСИС»



Рис. 3.6. Компрессионный прибор ИВК «АСИС»

ИВК «АСИС» представляет собой сложную структуру, содержащую приборы компрессионного сжатия, сдвиговые приборы, приборы трехосного сжатия (стабилметры), которые через специальную многоканальную электронную преобразующую аппаратуру подключаются к персональному совместимому компьютеру.

Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивления грунта срезу, угла внутреннего трения φ , удельного сцепления c для песков и глинистых грунтов.

Испытания проводят по консолидированно-дренированной схеме – для песков и глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии [26].

Деформационные характеристики грунтов могут быть определены методом трехосного сжатия, который проводят для определения следующих характеристик прочности и деформируемости: угла внутреннего трения φ , удельного сцепления c , модуля деформации E для песков и глинистых грунтов.

Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод, а также водных вытяжек из глинистых грунтов необходимо выполнять в целях определения их агрессивности к бетону и стальным конструкциям, коррозионной активности к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабелей, оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов (карст, химическая суффозия и др.) и выявления ореола загрязнения подземных вод и источников загрязнения [46].

Определение коррозионных свойств грунта для определения агрессивности будут выполнены на приборе АКАГ (рис. 3.7).

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» [50] и ГОСТ 9.602–2005 «Сооружения подземные и общие требования к защите от коррозии» [44].



Рис. 3.7. Прибор АКАГ

Проведение химических анализов природных вод происходит в соответствии с сборником ГОСТов «Вода питьевая. Методы анализа» [43]. Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб воды для лабораторных исследований следует осуществлять в соответствии с ГОСТ Р 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [27].

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 [48].

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[29].

3.4 Социальная ответственность

Административно объект изысканий находится в городе Пермь, Пермского края на ул. Монастырская.

При проведении инженерно-геологических работ все намеченные полевые работы планируется проводить в летний период с июля по сентябрь, когда выпадает наименьшее количество осадков.

3.4.1 Производственная безопасность

При проведении полевых, лабораторных и камеральных работ в пределах участка изысканий могут возникнуть опасные и вредные факторы, перечень которых приводится в таблице 3.10.

Проектом предусматривается проведение следующих видов работ:

- 1) топогеодезические работы;
- 2) буровые работы;
- 3) опробование грунтов;
- 4) полевые работы;
- 5) лабораторные работы;
- 6) камеральные работы.

Все выявленные основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003–74 [31] приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы [31]

Этапы работ	Наименование за- видов работ и параметров производ- ственного процесса	Факторы		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой (на открытом воздухе)	<ul style="list-style-type: none"> • топогеодезиче- ские работы (при- вязка точек); • буровые работы; • опробование грунтов (отбор об- разцов нарушенной и ненарушенной структуры); • полевые работы (статическое зонди- рование). 	<ul style="list-style-type: none"> • движущиеся ма- шины и меха- низмы; • подвижные ча- сти производ- ственного оборудованя; • электрический ток; • пожароопас- ность. 	<ul style="list-style-type: none"> • отклонение по- казателей климата на открытом воз- духе; • превышение уровней шума и вибрации. 	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.002-84 ГОСТ 12.4.024-86 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.012-90 ГОСТ 12.4.026-76 ГОСТ 12.2.061-81 ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.1.019-79 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СН 2.2.4/2.1.8.556-96

Камеральный и лабораторный (в закрытом помещении)	<p>Лабораторные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определение влажности, границы текучести, границы раскатывания; • гранулометрический анализ; • определение плотности грунта; • определение прочностных и деформационных свойств грунтов; • коррозионная активность грунтов к железобетону, стали; • водные вытяжки из глинистых грунтов; • химический анализ воды. <p>Камеральные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составление отчета. 	<ul style="list-style-type: none"> • электрический ток; • статическое электричество; • пожароопасность. 	<ul style="list-style-type: none"> • отклонение показателей микроклимата в помещении; • недостаточная освещенность рабочей зоны; • превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; • повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; • превышение уровней шума. 	<p>ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.006-84 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.019-79 ГОСТ 12.1.045-84 ГОСТ 12.1.038-82 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 2.04.05-91</p>
---	---	--	---	---

3.4.1.1 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

1) Полевой этап.

Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Рассмотрим основные показатели климата в районе работ.

Климат г. Пермь – континентальный. Близость Камского водохранилища вызывает повышенную влажность. Среднемесячная влажность воздуха составляет от 61 % в мае до 85 % в ноябре, среднегодовая – 74 %. Годовая норма осадков составляет чуть более 600 мм, большая часть из них выпадает в виде дождя. Зимой высота снежного покрова может достигать 111 см. Однако обычно в конце зимы составляет чуть более полуметра. Иногда незначительное количество снега может выпасть и в

летний месяц. Город оказывает сильное тепловое воздействие на окружающую среду, в результате чего климат города отличается от пригородной зоны более высокой среднегодовой температурой.

Среднегодовая температура воздуха равна $+2,3$ °С. Наиболее холодный месяц – январь, среднемесячная температура воздуха равна минус $13,9$ °С, абсолютный минимум достигал минус $44,9$ °С. Самый жаркий месяц – июль, среднемесячная величина температуры воздуха равна $18,1$ °С, абсолютный максимум составил $36,6$ °С.

Среднегодовая скорость ветра достигает $3-6$ м/с. Минимум скорости ветра приходится на летние месяцы. Наибольшие скорости ветра наблюдаются весной и осенью. Преобладающие направления ветра – юго-западное и западное.

Согласно МР 2.2.7.2129–06 [59] в холодное время года рекомендуется проводить следующие мероприятия:

1. Работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом СИЗ от холода, имеющим теплоизоляцию (куртка на утепляющей прокладке, брюки на утепляющей прокладке, валенки, рукавицы, головные уборы).

2. В целях нормализации теплового состояния температура воздуха в местах обогрева должна поддерживаться на уровне $21-25$ °С. Помещение следует оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп, температура которых должна быть в диапазоне $35-40$ °С.

3. Во избежание переохлаждения работникам не следует во время перерывов в работе находиться на холоде в течение более 10 мин. при температуре воздуха до -10 ° С и не более 5 мин. при температуре воздуха ниже -10 ° С.

4. При температуре воздуха ниже -30 ° С не рекомендуется планировать выполнение физической работы категории выше Па. При температуре воздуха ниже -40 ° С следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.

5. Расстояние от рабочего места до помещения для обогрева должно быть не более 150 м для открытых территорий и 75 м – для необогреваемых помещений;

В теплое время года допустимо работать при температуре до 26 ° С, при более высоких температурах время работы регламентируется Сан-ПиН 2.2.4.548–96 [53].

Так же рекомендуется использовать следующую спецодежду:

- костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающей пропиткой;
- плащ непромокаемый;
- сапоги геологические или сапоги кирзовые.

Превышенные уровни шума и вибрации.

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

Источником шума и вибрации является буровая установка и установка статического зондирования.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [56] допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003–83 [32].

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

Таблица 3.11

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [32]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука д БА звука
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таким образом, необходимо обеспечить на рабочей зоне уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука в пределах допустимых значений.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012–90 [33], а также СН 2.2.4/2.1.8.556–96 [57].

Различают гигиеническое и техническое нормирование допустимой вибрации. При гигиеническом нормировании обеспечиваются соответствующие условия для защиты человека от вибрации, а при техническом

– для защиты машин, механизмов, устройств. Общая вибрация нормируется с учётом свойств источника её возникновения и подразделяется на транспортную, транспортно-технологическую, технологическую. При производстве буровых работ буровой установкой на базе КамАЗ имеем дело с транспортно-технологической вибрацией, которая образуется при работе машин, выполняющих технологическую операцию в стационарном положении и (или) при перемещении по специально подготовленной части производственного помещения, промышленной площадке, горной выработке.

Таблица 3.12.

Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012–90) [33].

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
Транспортно-технологическая	—	117	108	102	101	101	101	—	—	—	—

Необходимо обеспечить уровень вибрации в пределах допустимых значений, с применением следующих мероприятий:

1. Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.
2. Применение динамических виброгасителей.
3. Правильная организация труда и отдыха:
4. Применение средств индивидуальной защиты.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве согласно ГОСТ 12.4.002–84 [34] и ГОСТ 12.4.024–86 [35].

2) Лабораторный и камеральный этап.

Анализ микроклимата помещений.

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

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548–96 [53].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548–96 [53], указанные в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548–96) [53].

Период года	Категория работ	Температура воздуха °С, не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а	22–24	40–60	0.1
	1б	21–23	40–60	0.1
Теплый	1а	23–25	40–60	0.1
	1б	22–24	40–60	0.2

1а – работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения (в данном случае – камеральные работы);

1б – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (лабораторные работы).

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

В камеральных и лабораторных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2–3 °С. Эти требования выполняются в соответствии со СНиП 2.04.05–91 [51].

В камеральном и лабораторном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции.

Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50—60 м³/ч на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. При небольшой загрязненности наружного воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного воздуха и циркуляционного [52].

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН-Ном 2.2.1/2.1.1.1278–03 [54].

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

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3–0,5 мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5 %, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта 0,5–1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0 %. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [55] рекомендует левое (допускается–правое) расположение рабочих мест и ПЭВМ по отношению к окнам.

В качестве источников искусственного освещения используются люминесцентные лампы типа ЛБ–40, эксплуатация которых имеет некоторые недостатки, которых можно избежать, используя светодиодные светильники.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой и средней точности общая освещенность должна составлять 300–500 лк [53].

Анализ уровней электромагнитного и ионизирующего излучения.

Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006–96 [36]. При работе с жидкокристаллическими мониторами электромагнитное и ионизирующее излучение соответствует норме.

Анализ запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 [37]. устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха, т. е. мг/м³. ПДК пыли приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14

Предельно-допустимые концентрации пыли в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 [37]

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Агрегатное состояние	Класс опасности
Пыль растительного и животного происхождения: с примесью диоксида кремния	4	аэрозоль	III

Рекомендации по снижению вредных веществ в воздухе и защите от них:

1. Использовать технологические процессы и оборудование, при которых вредные вещества либо не образуются, либо не попадают в воздух рабочей зоны.

2. Надежная герметизация оборудования, что исключит попадание вредных различных веществ в воздух рабочей зоны или значительно снизит в нем их концентрацию.

3. Рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы, противогазы).

4. Вентиляция и кондиционирование.

Анализ производственных шумов на рабочем месте.

Превышения уровня шума подробно рассмотрено в разделе полевой этап. При выполнении лабораторных работ шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003–83 [32].

Таблица 3.14

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003–83 с изм. 1999 г.) [32]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения лабораторий для проведения экспериментов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	80

На лабораторном этапе эффективными мероприятиями по борьбе с вредным фактором являются:

1. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).

2. Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны).

3. Установка агрегатов, работа которых сопровождается сильным сотрясением (молоты, штамповочные автоматы), на виброизолирующие материалы или на специальный фундамент.

3.4.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

1) Полевой этап.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы. Скважины будут буриться колонковым способом и ударно-канатным способом установкой ПБУ–2. Механические травмы могут возникнуть при монтаже и демонтаже бурового оборудования, при спускоподъемных операциях, из-за неправильного проведения операций по развинчиванию и свинчиванию труб, а также в процессе отбора керна буровых скважин. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003–91 [38].

До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ.

Запрещается:

1. Направлять буровой снаряд при спуске его в скважину, а также удерживать от раскачивания и отгаскивать его в сторону руками; для этого следует пользоваться специальными крюками или канатом.
2. Оставлять открытым устье скважины, когда это не требуется по условиям работы.
3. Стоять в момент свинчивания и развинчивания бурового снаряда в радиусе вращения ключа и в направлении вытянутого каната.
4. Производить бурение при неисправном амортизаторе ролика рабочего каната [38].

Согласно ГОСТ 12.2.061–81 [39] и ГОСТ 12.2.062–81 [40] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026–76 [41] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а также 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 [42].

Электробезопасность.

При работе с электрическими установками на производстве следует соблюдать требования электробезопасности.

Электрооборудование буровых установок должно соответствовать условиям среды, в которой оно применяется. На каждой буровой установке должна быть исполнительная принципиальная электрическая схема главных и вспомогательных электроприводов, освещения и другого электрооборудования с указанием типов электротехнических устройств и изделий с параметрами защиты от токов коротких замыканий. Схема должна быть утверждена лицом, ответственным за электробезопасность. Все произошедшие изменения должны немедленно вноситься в схему.

Для обеспечения безопасности людей на каждом буровом станке должно быть сооружено одно заземляющее устройство, к которому надежно должны быть подключены металлические части электроустановок и корпуса электрооборудования, которые вследствие нарушения изоляции могут оказаться под напряжением.

Перед пусковыми устройствами (пультами управления и т. п.) должны находиться изолирующие подставки. Подставки, расположенные вне помещений, должны быть защищены от атмосферных осадков козырьками, боковинами и т. п.

2) Лабораторный и камеральный этапы.

Электробезопасность.

Оборудование для грунтовой лаборатории может включать разнообразные устройства, среди которых можно назвать компрессионные приборы, сдвиговые приборы, стабилметры.

Правила, для обеспечения безопасности в лаборатории:

1. Электрооборудование, аппаратура, электропроводка и заземляющие устройства в лаборатории должны быть в исправном состоянии.

2. Все приборы, работающие под напряжением, должны быть заземлены.

3. Согласно ПУЭ [58] все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

4. При работе с электрооборудованием работникам лаборатории запрещается:

1) ремонтировать электрооборудование, вскрывать электрораспределительные коробки. В случае обнаружения неисправности электрооборудования необходимо вызвать электрика;

2) прикасаться к электрораспределительным щитам, арматуре общего освещения, электропроводам;

3) производить какие-либо работы, связанные с разбрызгиванием жидкости вблизи работающего электрооборудования;

4) запрещается включать приборы в сеть с напряжением, не соответствующим указанному на приборе.

Помещение лаборатории и камерального помещения по опасности поражения людей электрическим током относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

Статическое электричество.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045–84 [36] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности ЭСП $E_{\text{пред}}$ равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлекторной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно, используя нейтрализаторы статического электричества. Ускорению снятия зарядов способствует заземление оборудования, увеличение относительной влажности воздуха и снижение электропроводности материалов с помощью антистатических добавок. Рекомендуется использовать жидкокристаллические мониторы.

3.4.2 Экологическая безопасность

При производстве любых геологоразведочных и гидрогеологических работ необходимо учитывать пагубное влияние производственных факторов на окружающую среду (загрязнение почвы, водоемов, воздушного бассейна и т. д.) и производить соответствующие природоохранные мероприятия.

Проведение геологоразведочных работ будет осуществляться в соответствии с «Основами законодательства о недрах» и нормативными документами Минприроды РФ и обеспечивать полноту геологического изучения, рационального использования и охраны недр.

Проанализируем влияние инженерно-геологических работ на атмосферу, гидросферу, литосферу и способы их охраны.

Влияние на литосферу.

Источником загрязнения почв при производстве буровых работ могут являться отработанные масла, ветошь обтирочная, металлолом. Для

исключения загрязнения отработанные масла будут собираться в специальные ёмкости и вывозиться на базу ОАО «ВерхнекамГИСИз», ветошь – будет собираться и сжигаться в котельной, металлолом будет вывозиться на базу ОАО «ВерхнекамГИСИз» для сдачи его на склад вторсырья.

Почвенно-растительный слой, снятый перед началом бурения, будет складироваться отдельно, с целью последующего использования при рекультивации.

Для сбора бытовых и прочих отходов предусматривается оборудование мест проживания, ямами для отходов и выгребными ямами для туалетов. Все полевые объекты обеспечиваются противопожарным инвентарем, согласно правил противопожарной безопасности.

Влияние на гидросферу.

Для предотвращения смыва дождевыми водами в реки и ручьи технического мусора, остатков ГСМ при планировке буровых площадок и мест временного хранения ГСМ будет предусмотрена обваловка площадок земляным валом высотой не менее 1 метра.

Для сохранения и исключения загрязнения горизонта грунтовых вод в проекте предусмотрены мероприятия по тампонированию скважин.

В период проведения прокачки и откачки, вода из разведочно-гидрогеологической скважины, по водоотводу сбрасывается в задернованный лог.

Влияние на атмосферу.

Источником загрязнения воздушной среды будут являться дизельные электростанции, используемые для привода электродвигателя станка, насоса, и для освещения жилых вагонов-домиков, а также авто-тракторная техника.

Для исключения сверхнормативного выброса в атмосферу загрязняющих веществ, планируется использование исправных дизельных установок с ежемесячным контролем за выбросом загрязняющих веществ.

На весь период работ для перевозки грузов, персонала, строительства дорог будут использованы бульдозер Т-170 и автомобили. К работе будет допускаться только исправная техника, исключая загрязнение воздушной среды отработанными газами.

3.4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения:

- засуха;
- лесные пожары;

- крушения и аварии поездов;
- авиационные катастрофы;
- аварии (катастрофы) на автомобильных дорогах;
- аварии на магистральных трубопроводах и внутрипромысловых нефтепроводах;
- пожары (взрывы) на транспорте;
- пожары (взрывы) в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения;
- аварии на канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ.

Наиболее вероятные в крае природные чрезвычайные ситуации, обусловлены:

- опасными метеорологическими явлениями (сильным ветром, морозами, гололедно-изморозными отложениями, обильными осадками, грозами) и связанные с нарушением функционирования линий электропередачи и связи, нарушениями в работе транспорта и коммунальных служб;
- опасными гидрологическими явлениями (затоплениями, подтоплениями, заторно-зажорными явлениями);
- опасными экзогенными геологическими явлениями (сейсмическими проявлениями, карстовыми провалами);
- природными (лесными и торфяными) пожарами.

Основная причина их формирования – резкие изменения погодного режима, смена периодов похолоданий периодами потеплений (и наоборот).

Большое количество рек, естественных и искусственных водохранилищ в весенний период создают сложную гидрологическую обстановку на территории Пермского края.

Одной из возможных ЧС на участке работ может стать ситуация катастрофического затопления территории Дзержинского района в случае прорыва плотины Камского водохранилища. В результате повреждения и размыва плотины Камской ГЭС может образоваться зона катастрофического затопления общей площадью 54,0 тыс. га с населением 175 тыс.чел. В зону возможного затопления попадают 50 населенных пунктов Пермского края, в том числе гг. Пермь, Краснокамск, Нытва, Оса, Оханск, р.п. Уральский, Новоильинский и 43 сельских населенных пункта. Полное опорожнение водохранилища за 308 часов (12,5 суток).

3.4.4 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности

При производстве инженерно-геологических работ необходимо руководствоваться ИОТ–12–2008 [60].

В полевом подразделении приказом руководителя подразделения назначается лицо, ответственное за соблюдение правил технической эксплуатации механизмов и требований безопасности при производстве работ.

До начала работ начальник отряда (ответственный исполнитель) обязан:

- оформить в администрации предприятия наряд-допуск на производство работ (инженерно-геодезических, буровых и горнопроходческих, геофизических);
- провести на месте целевой инструктаж работников, зафиксировать его в пункте наряда-допуска и проводить его ежедневно;
- издать приказ о распорядке рабочего дня, месте стоянки автотранспорта, о маршруте безопасного следования к месту работы и обратно;
- установить наличие на объекте изысканий кабелей связи и электропередачи, воздушных линий связи и электропередачи, сетей водопровода, канализации, газопровода и т. п.

Места заложения скважин, шурфов, места закладки геодезических знаков (репера, марки) должны быть согласованы с соответствующими организациями, владельцами указанных сетей и коммуникаций.

В процессе производства работ должен осуществляться трехступенчатый контроль за состоянием охраны труда:

I ступень – ежедневно в начале смены машинисты буровой установки (передающий и принимающий смену) совместно осматривают и проверяют состояние бурового агрегата и оборудования, находящегося в работе;

II ступень – еженедельно начальник отряда совместно с профгруппом осматривают все участки производства работ и принимают необходимые меры по устранению выявленных нарушений;

III ступень – при проверке работ отряда, но не реже одного раза в три месяца, главный инженер филиала, главный специалист по охране труда, начальник отдела или главный специалист (геолог) проверяют состояние охраны труда в полевом отряде, а также проверяют исполнение мероприятий по ликвидации замечаний, замеченных при первой и второй ступеням контроля.

Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах вывешиваются таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны и инструкции о мерах пожарной безопасности для конкретного производственного участка.

На каждом объекте инструкцией должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня.

Регламентированы:

- порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ;
- порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении пожара;
- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

В производственных зданиях и сооружениях на видных местах вывешиваются планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара.

В дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре разрабатывается инструкция, определяющая действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в полугодие проводятся практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников.

Работники, а также граждане, находящиеся на территории, в административных и рабочих корпусах, обязаны:

- соблюдать требования пожарной безопасности стандартов, норм и правил, утвержденных в установленном порядке, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- выполнять меры предосторожности при пользовании электроприборами (компьютеры, кондиционеры, электроплитки, электрочайники, холодильники), газовыми приборами, предметами бытовой химии, проведении работ с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими (ГЖ)

жидкостями, другими опасными в пожарном отношении веществами, материалами и оборудованием.

За нарушение правил рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка [53].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Организационная структура управления и основные направления деятельности «Сибгипротранспуть» – филиал АО «Росжелдорпроект»

Сибирский институт по проектированию инженерных сооружений и промышленных предприятий путевого хозяйства и геологическим изысканиям «Сибгипротранспуть» – филиал АО «Росжелдорпроект» основан в 1937 году и специализируется на проектировании объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, промышленного и гражданского строительства на сотнях километров железных дорог Урала, Казахстана, Сибири, Забайкалья, Дальнего Востока, Сахалина, Северного Кавказа и Центрального федерального округа.

Филиалом разведано более 100 месторождений нерудных ископаемых, спроектированы и построены десятки промышленных предприятий. «Сибгипротранспуть» принимал участие в реконструкции инженерных сооружений на Транскорейской магистрали (КНДР), ведет предпроектные работы в Монголии. «Сибгипротранспуть» является генеральным проектировщиком по олимпийскому объекту «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горноклиматический курорт «Альпика–Сервис» (проектные и изыскательские работы, строительство)» (рис. 4.1). В настоящий момент специалистами института совместно с коллегами из других филиалов выполняется работа по проектированию ключевых объектов Восточного полигона.



Рис. 4.1. Железнодорожная эстакада к тоннельному комплексу №6 на трассе Адлер – Красная Поляна

Виды деятельности:

- испытательный центр строительных материалов, сертифицированный на федеральном железнодорожном транспорте, аккредитованный в качестве технически компетентного испытательного центра;
- инженерно-геодезические изыскания;
- инженерно-геологические изыскания;
- инженерно-геофизические изыскания;
- инженерно-гидрологические изыскания;
- инженерно-экологические изыскания;
- проектирование инженерных сооружений (мостов, путепроводов, водопропускных труб);
- проектирование и капитальный ремонт железнодорожных путей, тупиков, автодорог;
- архитектурно-строительное проектирование промышленных предприятий, жилых домов, общественных зданий и сооружений;
- технологическое проектирование щебеночных, шпалопропиточных заводов, предприятий стройиндустрии и строительных материалов;
- планировка застройки и озеленения районов;
- проектирование инженерных сетей и систем;
- проектирование карьеров по добыче и обогащению горной массы;
- охрана окружающей среды;
- организация строительства;
- составление сметной документации;
- осуществление авторского надзора за строительством объектов.

Некоторые данные по численности персонала и объемам производства «Сибгипротранспуть» приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Численность и укомплектованность персонала на 31.12.2014

Штатная численность	Списочная численность	Среднесписочная численность	% укомплектованности списочной численности к штатному расписанию
292,5	272	266,5	93,0

Таблица 4.2

Объем производства проектно-изыскательских работ (ПИР) и прочих услуг, выполненных собственными силами, среднесписочной численности персонала и производительности труда

Объем производства ПИР и прочих услуг, выполненных собственными силами		Среднесписочная численность персонала		Производительность труда собственными силами	
млн. руб.	Удельн.вес, %	чел	Удельн.вес, %	тыс.руб./чел	Отклонение от среднего показателя
622,8	5,1 %	266	4,6 %	2337,5	190,2

4.2 Организация проектируемых работ

Работы по инженерно-геологическим изысканиям выполняются в три этапа в период с июля 2016 г. по сентябрь 2016 г.

Этап 1 (подготовительный) – июль 2016 г.:

- 1) составление и утверждение Технического (геологического) задания;
- 2) разработка программы работ;
- 3) топогеодезические работы (плановая и высотная привязка выработок).

Этап 2 (полевой) – июль–август 2016 г.:

- 1) буровые работы и опробование грунтов;
- 2) полевые работы (статическое зондирование);
- 3) лабораторные работы;
- 4) камеральная обработка материалов полевых работ.

Этап 3 (камеральный) – август–сентябрь 2016 г.:

- 1) составление отчёта;
- 2) предоставление технического отчета на экспертизу.

Финансирование работ осуществляется за счет средств заказчика, путем перечисления 30 % аванса за планируемые работы по договору подряда.

4.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания

Таблица 4.3

Сметно-финансовый расчет работ

СМЕТА						
на выполнение инженерно-геологических изысканий						
по объекту «Инженерно-геологические условия и проект изысканий под строительство гостиницы в районе вокзала г. Пермь» на стадии рабочей документации						
Смета составлена на основании «Справочника базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства», М., 1999 (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 года) [18].						
K1=1,08 – коэффициент к итогу сметной стоимости в зависимости от районного коэффициента к заработной плате. Общие указания п. 8 табл. 3;						
K2=1,3 – коэффициент за бурение скважин вблизи зданий и сооружений. Часть II, общие положения, п. 7;						
Ки=44,5 – индекс изменения сметной стоимости изыскательских работ на 2016 г. к уровню базовых цен по состоянию на 01.01.1991 г.						
№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. изм.	Кол-во	№ глав, табл.	Расчет стоимости	Ст-ть, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ						
1	Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование при хорошей проходимости	пог. км	0,05	т.9, п.2	23,3х0,05 км	1,165
2	Плановая и высотная привязка выработок и точек стат. зонд.	точка	6	т.93, п. 1	8,5х6	51
3	Колонковое бурение скважин диаметром до 160 мм, глубиной до 15 м I категории	м	21	т.17 §1, К5	21х36	756
4	Колонковое бурение скважин диаметром до 160 мм, глубиной	м	6	т.17 §1, К5	6х38,4	230,4

	до 15 м II категории					
5	Крепление скважин при колонковом бурении скважин глубиной до 15м диаметром до 160мм	м	12	т.18 §4	12x2,1	25,2
6	Отбор монолитов из скважин с глубины до 10м	мон.	12	т.57.п.1	22,9x12	274,8
	Гидрогеологические наблюдения при колонковом бурении скважин глубиной до 15 м диаметром до 160 мм	м	27	т.18 §1, К=0.6 -гл. 4, п. 8	27x1,5x0,6	24,3
7	Статическое зондирование св 15 м до 20 м.	точка	6	т.45.п.5	216,8x6	1300,8
8	Итог полевых работ					2663,7
	Прочие расходы					
9	Внутренний транспорт			т.4 §2	2663,7x0,625	166,5
10	Организация и ликвидация работ			ОУ п. 13	2830x0,06	170,0
11	ВСЕГО полевые работы без выплаты полевого довольствия			ОУ п. 13		3000,0
	2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ					
12	Влажность глинистых грунтов	обр	40	т.62 п.1	4x40	160
13	Плотность грунта методом режущего кольца	обр	20	т.62 п.4	4,5x20	90
14	Сокращенный комплекс физико – механических свойств грунтов компрессионным испытанием по I-ой кривой.	обр	12	т. 63, §17	101,9x12	1222,8

15	Сокращенный комплекс физико – механических свойств грунтов компрессионным испытанием по П-М кривым.	обр	12	т. 63, §18	147,5x12	1770
16	Сокращенный комплекс физико – механических свойств грунтов при консолидированном срезе с нагрузкой до 0,6 МПа	обр	12	т. 63, §11	135,0x12	1620
17	Гранулометрический анализ ситовым методом крупнообломочных грунтов	обр	10	т.62 п.21	10x13,7	137
18	Анализ водной вытяжки	обр	3	т.71, п.1	48,8x3	146,4
19	Коррозионная активность грунтов по отношению к стали	обр	3	т.75, п.4	18,2x3	54,6
20	Коррозионная активность грунтов по отношению к бетону	обр	3	т.75 п. 5	25,4x3	76,2
21	Определение коррозионной активности грунтов к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля	обр	3	т.75 § 3	20,5*3	61,5
21	ВСЕГО лабораторные работы					5178,7
3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ						
22	Составление программы работ по II категории сложности	прогр	1	т.81.п.3	500*1,25	625,0
23	Камеральная обработка материалов буровых работ	м	27	т.82 п.2	9,3x27	251,1

	с гидрогеологическими наблюдениями					
24	Камеральная обработка лабораторных исследований: -песчаных -15 % от суммы -коррозионной активности грунтов и воды – 15 % от суммы -глинистых -20 % от суммы	%		т.86	5117,2x0,15+5117,2x0,15+5117,2x0,2	2538,6
25	Обработка статического зондирования грунтов на глубину (0 до 10м)			Т.83 п.2	6x29,7	178,2
26	ВСЕГО по п.22–25					3592,9
27	Составление камерального отчета	%	18	т.87.п.1	0,21x3592,9	754,51
28	ВСЕГО камеральные работы					4347,41
29	ВСЕГО, К1=1,08		1,08		15189,81x1,08	16404,99
30	ИТОГО основные расходы с коэффициентом Ки		44,5		44,5x16404,99	730022,2
31	Накладные расходы				0,25 от п.30	182505,56
32	Плановые накопления				(п.30+п.31)x0,2	182505,56
33	Резерв				545372x0,03	21900,67
34	ИТОГО 1116933,99					

Согласно сметному расчёту стоимость комплекса инженерно-геологических изысканий составит 1116933,99 руб. (один миллион сто шестнадцать тысяч девятьсот тридцать три рубля девяносто девять копеек) без НДС. Предоставляемые услуги не облагаются НДС на основании гл.26.2 ст. 346.11 НК РФ «Организации применяющие упрощенную систему налогообложения, не признаются плательщиками налога на добавленную стоимость».

Заключение

В дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия района и составлен проект изысканий для строительства двухэтажной гостиницы. Данные работы были выполнены с целью получения инженерно-геологической информации, которая должна быть необходимой и достаточной для решения задач проектирования.

В процессе проектирования был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ, на основе которых дана детальная характеристика природных условий изучаемой территории.

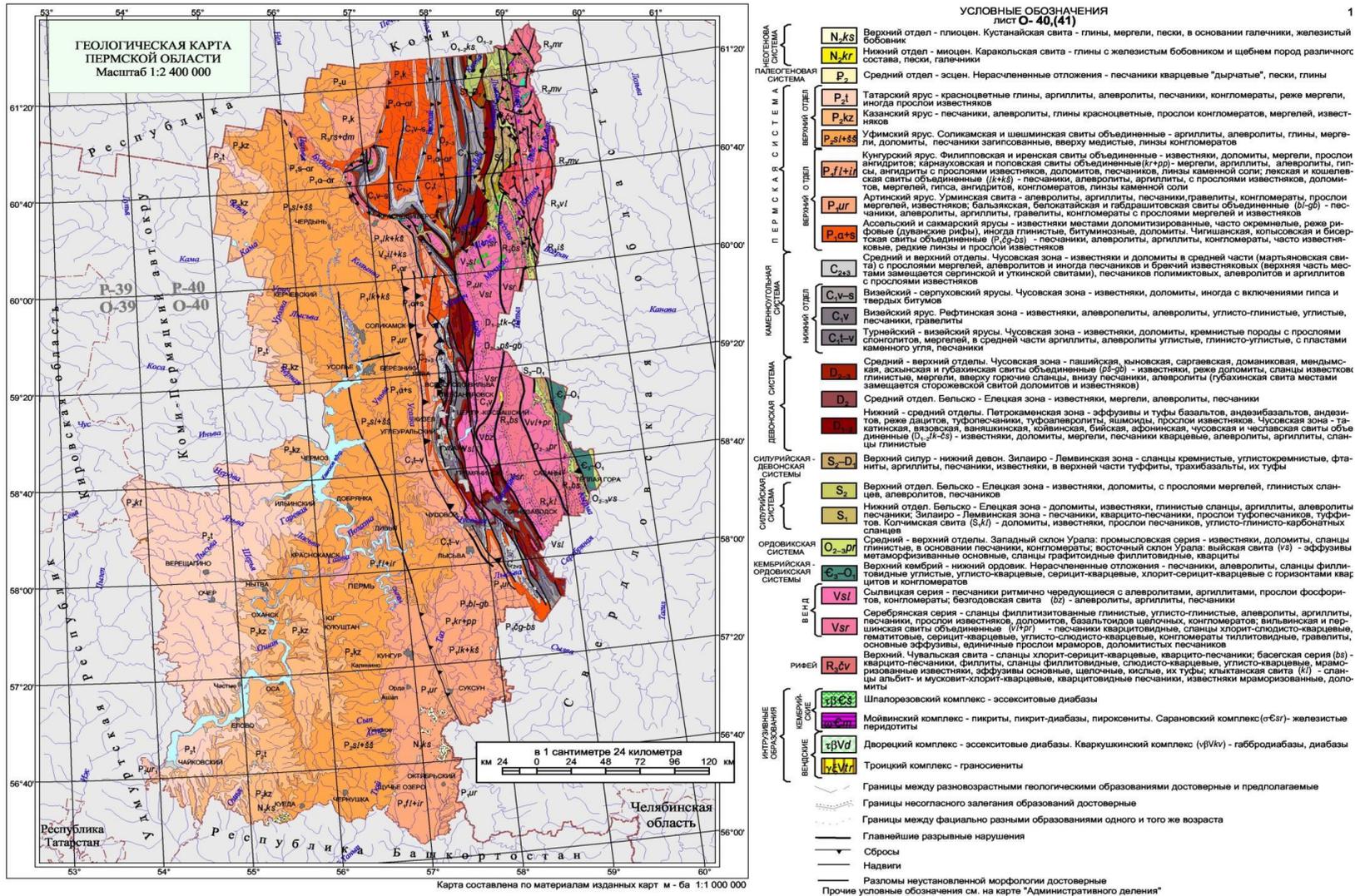
Дана детальная характеристика инженерно-геологических условий участка работ, построены графики изменчивости свойств по глубине, рассчитаны коэффициенты вариации.

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.

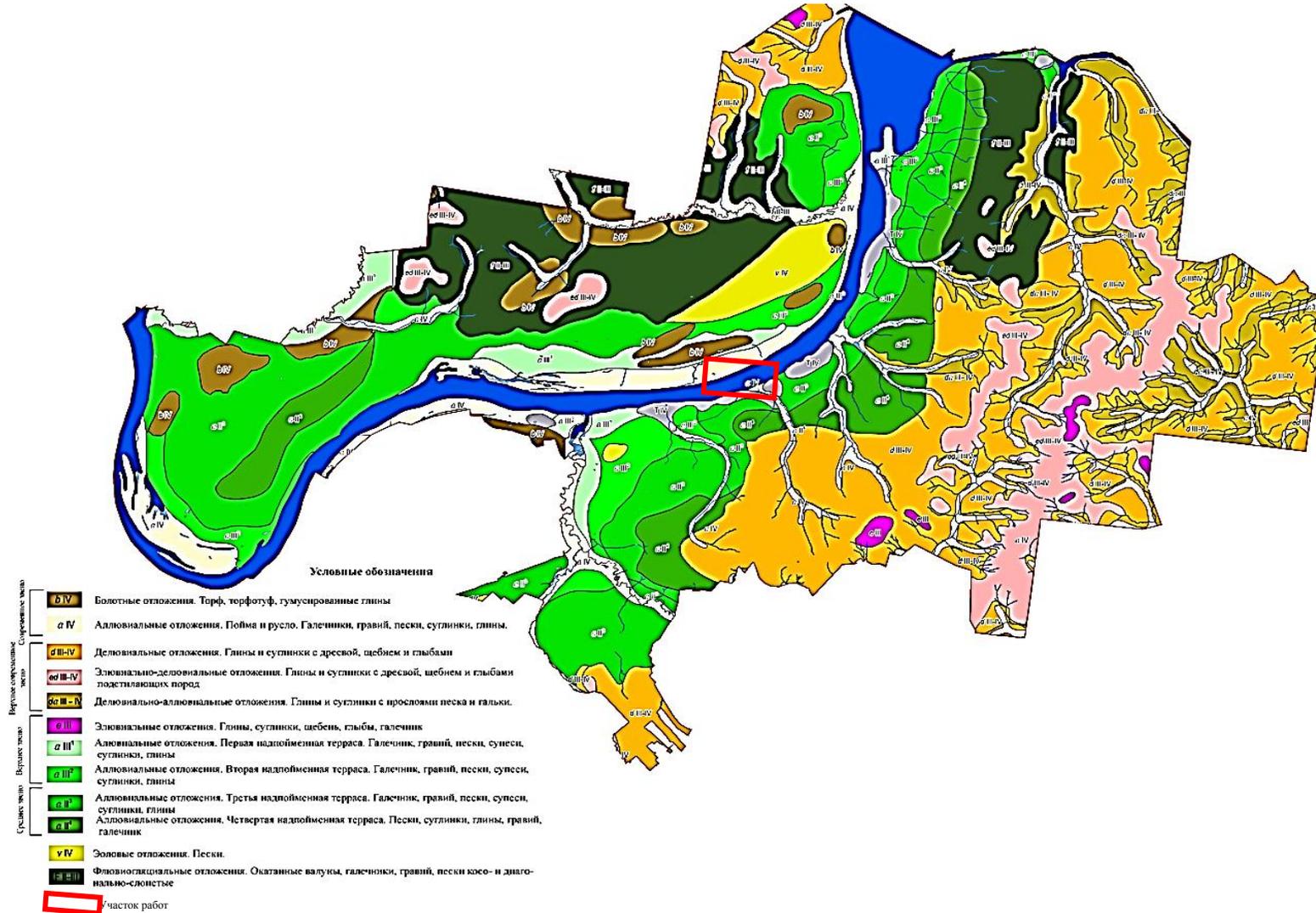
Работы на исследуемом участке планируется выполнить в течение 2,5 месяца.

Стоимость комплекса инженерных изысканий согласно сметному расчету составит: 1116933,99 руб. (один миллион сто шестнадцать тысяч девятьсот тридцать три рубля девяносто девять копеек) без НДС.

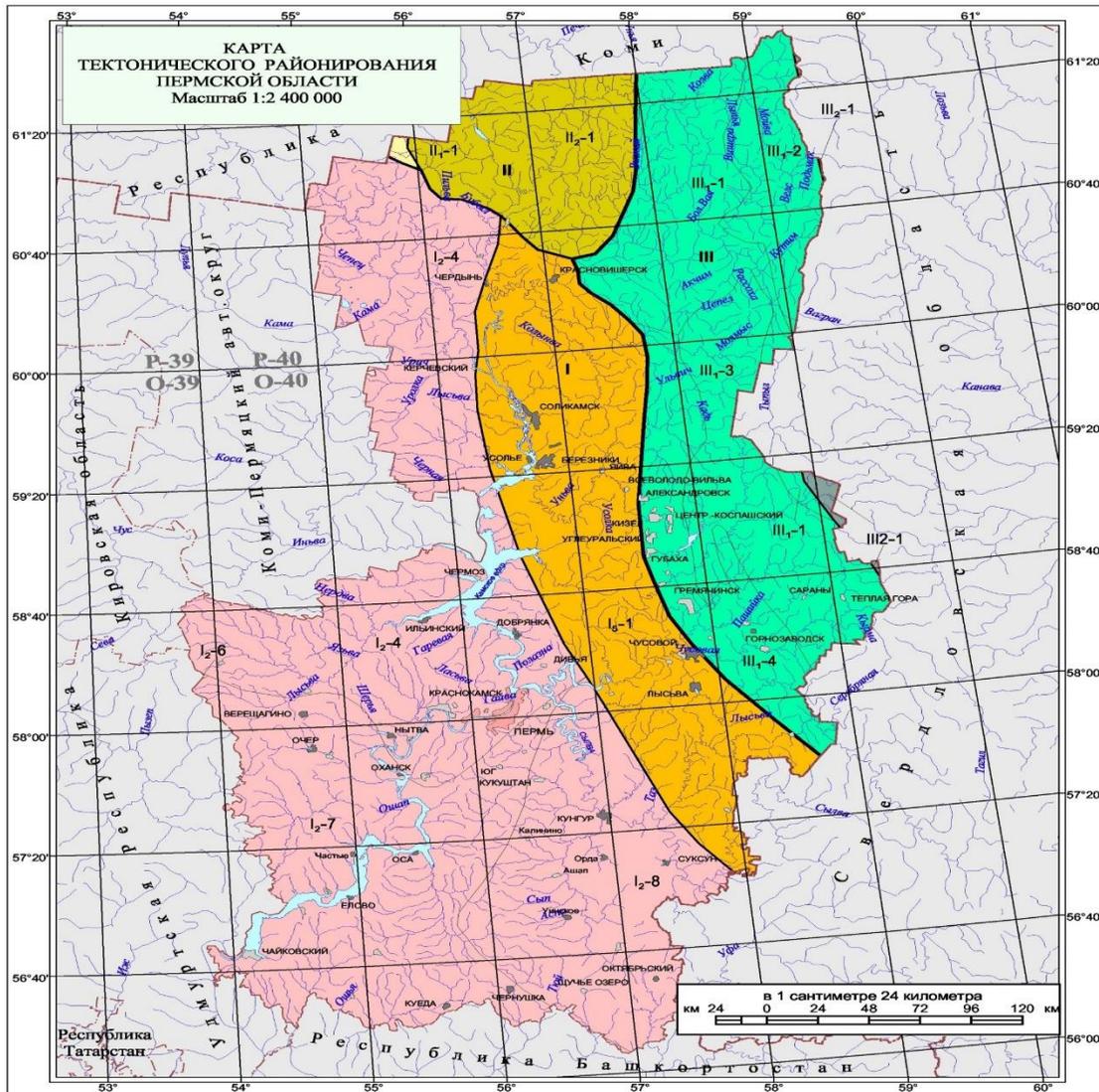
Приложение 1. Геологическая карта Пермской области



Приложение 2. Карта четвертичных отложений г. Пермь



Приложение 3. Карта тектонического районирования Пермской области



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Населенные пункты, изображение которых выражается в масштабе карты:
 - Административный центр области
 - Административный центр района
 - прочие населенные пункты
- Населенные пункты, изображение которых не выражается в масштабе карты:
 - Административный центр района
- Водохранилища, озера, реки
- Реки
- Границы федеральных округов
- Границы субъектов Российской Федерации

ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКО-БАРЕНЦЕВСКАЯ МЕГАПРОВИНЦИЯ

- Восточно - Европейская платформа - I
 - I₂ Волго-Уральская антеклиза:
 - I₂-4 Кудымкарская моноκлиналь,
 - I₂-6 Татарский свод,
 - I₂-7 Камско-Бельский авлакоген,
 - I₂-8 Красноуфимское поднятие
 - I₅ Южно-Предуральский краевой прогиб:
 - I₅-1 Соликамский прогиб
- Печоро-Баренцевоморская платформа - II
 - II₁ Тимано-Печорская моноκлиза:
 - II₁-1 Тиманское поднятие
 - II₂ Печоро-Кортаихинский краевой прогиб:
 - II₂-1 Верхнепечерский прогиб
- УРАЛО-ОХОТСКИЙ ПОЯС
 - Уральская разломно-надвиговая область - III
 - III₁ Западно-Уральская внешняя надвиговая система:
 - III₁-1 Пермская надвиговая призма,
 - III₁-2 Ляпинский антиκлинорий,
 - III₁-3 Кваркушинский антиκлинорий,
 - III₁-4 Чусовская надвиговая призма
 - III₂ Тагильская вулκано-теκтоническая система и мегасинκлинорий:
 - III₂-1 Западно-Тагильская вулκано-теκтоническая дуга и синκлинорий

Границы структурных подразделений

- надпорядковых подразделений
- первого порядка
- второго порядка
- третьего порядка

По материалам МПР РФ