

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент _____
_____ (должность)
А. Ю. Рыжков (И.О.Ф.)
_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
Г. А. Пикус (И.О.Ф.)
_____ 2019 г.

ТИПИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.04.01.2019.148.ПЗ ВКР

Руководитель работы,
Профессор, д. т. н. (должность)
А. Х. Байбурин (И.О.Ф.)
_____ 2019 г.

Автор работы
студент группы АСиЗ-393
Л. В. Носкова И.О.Ф.)
_____ 2019 г.

Нормоконтролер,
Профессор, д. т. н. (должность)
А. Х. Байбурин (И.О.Ф.)
_____ 2019 г.

Антиплагиат _____ %
Профессор, д. т. н. (должность)
А. Х. Байбурин (И.О.Ф.)
_____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Объектом исследования магистерской диссертации являются инженерно-геологические исследования г. Челябинска.

Целью работы является типизация инженерно-геологических условий территории г. Челябинска, позволяющая оптимизировать объемы и содержание инженерно-геологических изысканий с целью защиты градостроительства от опасных геологических процессов.

В результате выполненных исследований были обобщены материалы инженерно-геологических изысканий прошлых лет на территории города Челябинска. Дана характеристика физико-географических условий территории, инженерно-геологических и гидрогеологических условий, обобщены данные о наличии опасных инженерно-геологических процессах на территории г. Челябинска, приведены данные о наличии специфических грунтов на территории г. Челябинска; выделены следующие инженерно-геологические типы: благоприятные, условно благоприятные и неблагоприятные районы; разработаны рекомендации для использования результатов типизации инженерно-геологических условий при проведении изысканий и проектировании; приведено экономическое обоснование разработанных решений.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, типизация, инженерно-геологические условия, районирование.

Магистерская диссертация – Носкова Любовь Владимировна, 103 стр., 55 табл., 2 иллюстр., 3 прилож.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОСЛЕДСТВИЯ ОШИБОК ПРИ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ	9
1.1 Федеральное законодательство и система законодательных актов, в области инженерно-геологических изысканий	9
1.2 Нормативно-техническая база, применяемая при выполнении инженерно- геологических изысканий.....	18
1.3 Современные проблемы в сфере инженерно-геологических изысканий.....	26
2 АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА С ЦЕЛЬЮ ТИПИЗАЦИИ.....	37
2.1 Физико –географические условия	37
2.2 Инженерно-геологические условия	49
2.3 Гидрогеологические условия	73
2.4 Опасные геологические и инженерно-геологические процессы и явления ..	75
3 РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ТИПИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА И ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫДЕЛЕННЫХ ТИПОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.	80
3.1 Критерии типизации инженерно-геологических условий г. Челябинска	80
3.2. Характеристика инженерно-геологических типов	83
4 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТИПИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ	86
5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	97

ПРИЛОЖЕНИЕ А ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ В СХЕМА ТИПИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА	103

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Создание любого объекта, это сложный процесс, состоящий из нескольких этапов. В условиях действующего законодательства РФ технический заказчик является лицом, который организует весь процесс строительства от проведения изысканий и заканчивается вводом объекта строительства в эксплуатацию. Таким образом, техническому заказчику необходимо иметь достаточно знаний в области проведения изысканий, проектирования и строительства. В настоящее время в области строительного производства огромное количество лиц оказывает данные услуги застройщикам при этом, имея достаточный опыт и знания в сфере строительства и проектирования, и не уделяют должного внимания проведению инженерных изысканий и часто экономят на их проведении, занижая (реже завышая) необходимые объемы работ, не обращая внимания на сложность инженерно-геологических условий. В обязанности технического заказчика входит приемка работ по инженерным изысканиям, но очень часто эти лица не имеют представления о том, какой объем должен быть выполнен и проведены ли исследования для выявления факторов, осложняющих строительство. Актуальность темы работы согласно выше изложенному предопределила необходимость типизации инженерно-геологических условий г. Челябинска. В будущем данная работа может стать основой для создания геоинформационной модели г. Челябинска.

Объектом исследования магистерской диссертации являются инженерно-геологические исследования г. Челябинска.

Целью работы является типизация инженерно-геологических условий территории г. Челябинска, позволяющая оптимизировать объемы и содержание инженерно-геологических изысканий с целью защиты градостроительства от опасных геологических процессов.

Задачи работы:

1. Обобщить материалы инженерно-геологических изысканий прошлых лет на территории города Челябинска

2. Выделить критерии для типизации инженерно-геологических условий г. Челябинска.

3. Разработать рекомендации для использования результатов типизации инженерно-геологических условий при проведении изысканий и проектировании.

4. Привести экономическое обоснование разработанных решений.

1 ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОСЛЕДСТВИЯ ОШИБОК ПРИ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

1.1 Федеральное законодательство и система законодательных актов, в области инженерно-геологических изысканий

Градостроительный кодекс Российской Федерации (ГрК РФ) является основополагающим правовым документом для регулирования градостроительной деятельности. ГрК РФ принят в качестве федерального закона № 193-ФЗ от 29.12.2004 г с последующими изменениями [6].

ГрК РФ регулирует отношения в области градостроительной деятельности – деятельности по развитию территорий, в том числе городов и иных поселений, осуществляемой в виде территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства.

На различных этапах инвестиционно-строительного процесса кодекс устанавливает обязательные (в отдельных случаях добровольные) к исполнению и способствующие обеспечению безопасности строительного объекта правила и требования, которые включают в себя обязательность выполнения инженерных изысканий перед подготовкой и реализацией проектной документации; соответствия исполнителей инженерных изысканий требованиям законодательства и обязательность выполнения экспертизы результатов инженерных изысканий, за исключением случаев предусмотренных кодексом;

ГрК РФ устанавливает дисциплинарную, имущественную, административную, уголовную ответственность и регламентирует полное возмещение ущерба виновным лицом.

Рассмотрим основные статьи ГрК РФ, которые регламентируют выполнение инженерно-геологических изысканий.

В Статье 1 ГрК РФ даны определения для основных понятий. «Инженерные изыскания - изучение природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий и земельных участков в их пределах, подготовки данных по обоснованию материалов, необходимых для территориального планирования, планировки территории и архитектурно-строительного проектирования».

Статья 41.2 была введена Федеральным законом от 03.07.2016 N 373-ФЗ и регламентирует производство инженерных изысканий для подготовки документации по планировке территории.

Глава 6 ГрК РФ регулирует полный цикл производства строительной продукции, весь процесс строительства от этапа выполнения инженерных изысканий до выдачи разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Инженерные изыскания в Главе 6 регламентируются Статьей 47, в ней на законодательном уровне закреплена необходимость выполнения инженерных изысканий для строительства, определены цели и виды, порядок выполнения инженерных изысканий, требования к лицам, выполняющим инженерные изыскания.

Согласно статьи 47 инженерные изыскания для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства выполняются в целях получения:

- 1) материалов о природных условиях территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция объектов капитального строительства, и факторах техногенного воздействия на окружающую среду, о прогнозе их изменения, необходимых для разработки решений относительно такой территории;

- 2) материалов, необходимых для обоснования компоновки зданий, строений, сооружений, принятия конструктивных и объемно-планировочных решений в отношении этих зданий, строений, сооружений, проектирования инженерной защиты таких объектов, разработки мероприятий по охране окружающей среды, проекта организации строительства, реконструкции объектов капитального строительства;

3) материалов, необходимых для проведения расчетов оснований, фундаментов и конструкций зданий, строений, сооружений, их инженерной защиты, разработки решений о проведении профилактических и других необходимых мероприятий, выполнения земляных работ, а также для подготовки решений по вопросам, возникшим при подготовке проектной документации, ее согласовании или утверждении.

Результаты инженерных изысканий представляют собой технический отчет о выполненных инженерных изысканиях, содержащий материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и отражающий сведения о задачах инженерных изысканий, о местоположении территории, на которой планируется осуществлять строительство, реконструкцию объекта капитального строительства, о видах, об объеме, о способах и о сроках проведения работ по выполнению инженерных изысканий в соответствии с программой инженерных изысканий, о качестве выполненных инженерных изысканий, о результатах комплексного изучения природных и техногенных условий указанной территории, в том числе о результатах изучения, оценки и прогноза возможных изменений природных и техногенных условий указанной территории применительно к объекту капитального строительства при осуществлении строительства, реконструкции такого объекта и после их завершения и о результатах оценки влияния строительства, реконструкции такого объекта на другие объекты капитального строительства.

Во исполнение статьи 47 ГрК РФ *Постановлением Правительства РФ от 19 января 2006 г № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства»* [14] утверждены:

Перечень видов инженерных изысканий;

Положение о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства.

В Перечне видов инженерных изысканий выделены основные и специальные.

К основным видам инженерных изысканий относятся:

1. Инженерно-геодезические изыскания
2. *Инженерно-геологические изыскания*
3. Инженерно-гидрометеорологические изыскания
4. Инженерно-экологические изыскания
5. Инженерно-геотехнические изыскания

Положением о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства установлен порядок выполнения инженерных изысканий для изучения природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий и расположенных на них земельных участков, подготовки данных по обоснованию материалов, необходимых для архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции объектов капитального строительства, а также для формирования государственного фонда материалов и данных инженерных изысканий информационных систем обеспечения градостроительной деятельности, федеральной государственной информационной системы территориального планирования [14].

Статьей 48 ГрК РФ определена обязательность подготовки проектной документации на основании результатов инженерных изысканий, содержание проектной документации и перечень обязательных разделов.

ГрК РФ также определяет особый порядок градостроительной деятельности по отношению к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам (статья 48.1) [6].

Федеральным законом №148-ФЗ от 22.07.2008 в Градостроительный кодекс введена глава 6 «Саморегулирование в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства».

Саморегулируемые организации (СРО) – это некоммерческие организации, сведения о которых внесены в государственный реестр и которые основаны на членстве индивидуальных предпринимателей и (или) юридических лиц, выполняющих инженерные изыскания или осуществляющих архитектурно-строительное проектирование, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства.

Основными целями СРО являются: предупреждение причинения вреда жизни или здоровью физических лиц, имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений, объектам культурного наследия вследствие недостатков работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства и выполняются членами СРО; повышение качества выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.

Допускается приобретение некоммерческими организациями статуса СРО трех видов: саморегулируемые организации, основанные на членстве лиц, выполняющих инженерные изыскания; осуществляющих подготовку проектной документации и осуществляющих строительство.

Глава 7 регламентирует создание и эксплуатацию государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности, содержащие сведения, документы, материалы о развитии территорий, об их застройке, о существующих и планируемых к размещению объектах капитального строительства и иные необходимые для осуществления градостроительной деятельности сведения.

Целью ведения государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности является обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц достоверными сведениями, необходимыми для осуществления градостроительной деятельности

Государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности включают в себя, в том числе, материалы и результаты инженерных изысканий.

Главой 8 ГрК РФ определена ответственность за нарушение законодательства о градостроительной деятельности. Статья 58 ГрК РФ. Лица, виновные в нарушении законодательства о градостроительной деятельности, несут дисциплинарную, имущественную, административную, уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. Статьей 60 ГрК РФ определено возмещение вреда, причиненного вследствие разрушения, повреждения объекта капитального строительства, нарушения требований безопасности при строительстве объекта капитального строительства, требований к обеспечению безопасной эксплуатации здания, сооружения. Необходимо обратить внимание, в статье 60 закреплено, в том числе и лицо, выполнившее инженерные изыскания, несет солидарную ответственность перед собственником здания, сооружения, концессионером, частным партнером, застройщиком, техническим заказчиком, которые возместили в соответствии с гражданским законодательством вред, причиненный вследствие разрушения, повреждения здания, сооружения либо части здания или сооружения, объекта незавершенного строительства, нарушения требований безопасности при строительстве объекта капитального строительства, требований к обеспечению безопасной эксплуатации здания, сооружения, и выплатили компенсацию в соответствии с ГрК РФ.

Федеральный Закон Российской Федерации "О техническом регулировании" № 184-ФЗ (ФЗ "О техническом регулировании") [32] был принят 15 декабря 2002 года Государственной Думой и введен в действие с 1 июля 2003 года. Он заменил Законы РФ "О стандартизации", "О сертификации продукции и услуг", а также положения многих других законодательных актов, которые затрагивают правоотношения в сфере разработки, утверждения и применения нормативно-технических документов, подтверждения соответствия и осуществления надзора за их соблюдением. Обязательные технические нормы, согласно принятому Зако-

ну, могут быть установлены только в соответствии с "техническими регламентами", принимаемыми федеральными законами и международными договорами, и, при особой необходимости, указами Президента и постановлениями Правительства РФ на определенный срок до принятия соответствующих федеральных законов. Данный документ является комплексным законодательным актом РФ и устанавливает на высшем юридическом уровне на основе Конституции РФ и имеет огромное социально-экономическое значение, поскольку направлен на установление правил государственного регулирования требований к продукции, включая товары народного потребления, а также требований к работам и услугам в интересах потребителей. Закон вводит новую систему государственного нормирования в данной области, систему нормативной документации, вносит ясность во многие понятия, коренным образом меняет роль и значение стандартизации и стандартов, порядок функционирования различных институтов в данной области, включая организацию государственного контроля, кардинально меняет порядок установления требований к проведению работ и оказанию услуг.

Обязательные требования к объектам технического регулирования составляют основу технического регламента. Это должны быть требования, обеспечивающие, в соответствии со статьей 6:

безопасность жизни и здоровья граждан;

безопасность имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества;

охраны окружающей среды; охраны жизни и здоровья животных и растений;

предупреждение действий, вводящих в заблуждение потребителей, в том числе потребителей;

обеспечения энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Таким образом, нормативная база разделена на: документы обязательного применения, которые содержат минимальные обязательные требования (Технические регламенты), и документы добровольного применения (национальные стандарты, стандарты организаций, своды правил).

Статьей 5.1 ФЗ "О техническом регулировании" установлено, что особенности технического регулирования в области обеспечения безопасности зданий и сооружений устанавливаются Федеральным законом "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".

Федеральный закон № 384 - ФЗ от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (Технический регламент о безопасности зданий и сооружений) [33] принят в целях:

- 1) защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- 2) охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;
- 3) предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;
- 4) обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений.

Статьей 2 определены основные понятия, такие как:

жизненный цикл здания или сооружения - период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения;

опасные природные процессы и явления - землетрясения, сели, оползни, лавины, подтопление территории, ураганы, смерчи, эрозия почвы и иные подобные процессы и явления, оказывающие негативные или разрушительные воздействия на здания и сооружения;

сложные природные условия - наличие специфических по составу и состоянию грунтов и (или) риска возникновения (развития) опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий на территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения;

Для обеспечения безопасности зданий и сооружений статьей 4 ФЗ 384 определен порядок идентификации зданий и сооружений по семи следующим признакам:

- 1) назначение;
- 2) принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых влияют на их безопасность;
- 3) возможность опасных природных процессов и явлений и техногенных воздействий на территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения;
- 4) принадлежность к опасным производственным объектам;
- 5) пожарная и взрывопожарная опасность;
- 6) наличие помещений с постоянным пребыванием людей;
- 7) уровень ответственности.

Идентификация здания или сооружения по признакам, предусмотренным пунктом 3, должна проводиться в соответствии с районированием территории Российской Федерации по уровню опасности природных процессов и явлений, утвержденным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, данными многолетних наблюдений за природными процессами и явлениями, проводимых в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также результатами инженерных изысканий на территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения.

В результате идентификации здания или сооружения по признаку, предусмотренному пунктом 7 части 1 настоящей статьи, здание или сооружение должно быть отнесено к одному из следующих уровней ответственности:

- 1) повышенный;
- 2) нормальный;
- 3) пониженный.

В Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений установлены требования к документам в области стандартизации. Определен порядок утверждения, пересмотра и ревизии перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на

обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ и перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований настоящего ФЗ.

В главе 3 ФЗ 384 определены требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации в целях обеспечения безопасности зданий и сооружений.

В соответствии с главой 3 ФЗ 384 результаты инженерных изысканий должны быть достоверными и достаточными для установления проектных значений параметров и других проектных характеристик здания или сооружения, а также проектируемых мероприятий по обеспечению его безопасности. Расчетные данные в составе результатов инженерных изысканий должны быть обоснованы лицом, выполняющим инженерные изыскания, и содержать прогноз изменения их значений в процессе строительства и эксплуатации здания или сооружения.

1.2 Нормативно-техническая база, применяемая при выполнении инженерно-геологических изысканий

Общие положения проведения инженерных изысканий диктуются требованиями СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» [27], которое введено в действие с 1 июля 2017 г. При этом до внесения изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. N 1521 [13], обязательными для применения являются пункты и части СП 47.13330.2012, указанные в данном Перечне, это относится и к другим СП.

В дополнение к СП 47.13330.2016 разрабатываются своды правил по основным видам инженерных изысканий для обеспечения выполнения обязательных требований СП 47.13330.2016. На данный момент в инженерно-геологических изысканиях используют СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» [16-21], в котором приведены правила производства работ в

соответствие с особенностями территории, на которых необходимо произвести инженерно-геологические изыскания:

- часть I. Общие правила производства работ;
- часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов;
- часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов;
- часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями;
- часть VI. Правила производства геофизических исследований.

Основными документами, которые определяют объемы и методику проведения инженерно-геологических изысканий являются техническое задание и программа.

Техническое задание на выполнение инженерных изысканий для строительства, в соответствии с СП 47.13330.2016, должно содержать следующие сведения и данные:

- наименование объекта;
- местоположение объекта;
- основание для выполнения работ;
- вид градостроительной деятельности;
- идентификационные сведения о заказчике;
- идентификационные сведения об исполнителе;
- цели и задачи;
- этап выполнения;
- виды инженерных изысканий;
- идентификационные сведения об объекте (в соответствии со статьей 4 ФЗ 384);
- предполагаемые техногенные воздействия объекта на окружающую среду;

- данные о границах площадки (площадок) и (или) трассы (трасс) линейного сооружения (точек ее начала и окончания, протяженность);
- краткая характеристика объекта, включая размеры проектируемых зданий и сооружений;
- наличие предполагаемых опасных природных процессов и явлений, специфических грунтов на территории расположения объекта строительства;
- требование о необходимости научного сопровождения инженерных изысканий и проведения дополнительных исследований, не предусмотренных требованиями нормативных документов обязательного применения;
- требования к точности и обеспеченности необходимых данных и характеристик при инженерных изысканиях для строительства, превышающие предусмотренные требованиями нормативных документов обязательного применения;
- требования к составлению прогноза изменений природных и техногенных условий;
- требования о подготовке предложений и рекомендаций для принятия решений по организации инженерной защиты территории от опасных природных процессов и явлений и устранению или ослаблению их влияния;
- требования по обеспечению контроля качества при выполнении изысканий;
- требования к составу, форме и формату представления результатов инженерных изысканий заказчику;
- перечень передаваемой заказчиком во временное пользование исполнителю инженерных изысканий, результатов ранее выполненных инженерных изысканий и исследований, данных о наблюдавшихся на территории осложнениях в процессе строительства и эксплуатации сооружений, в том числе деформациях и аварийных ситуациях;
- перечень нормативно-технической документации, в соответствии с требованиями которой необходимо выполнять инженерные изыскания.

В соответствии с заданием заказчика исполнителем разрабатывается программа инженерных изысканий. В программе определяются и обосновываются состав и объемы работ, методы их выполнения с учетом сложности природных условий,

степени их изученности, вида градостроительной деятельности, этапа выполнения инженерных изысканий, вида и назначения сооружения.

В п. 4.19 СП 47.13330.2016 [27] определены основные разделы, которые должна содержать программа инженерных изысканий:

- Общие сведения;
- Изученность территории;
- Краткая характеристика района работ;
- Состав и виды работ, организация их выполнения;
- Контроль качества и приемка работ;
- Используемые документы и материалы;
- Представляемые отчетные материалы.

К программе инженерных изысканий должны прилагаться: копия задания, а также текстовые и графические приложения (карта расположения выработок, например), необходимые для выполнения инженерных изысканий.

При проведении инженерно-геологических изысканий необходимо осуществлять внутренний и внешний контроль качества работ.

Исполнитель инженерно-геологических изысканий обязан обеспечить внутренний контроль качества выполнения и приемку полевых, лабораторных и камеральных работ. Задачей внутреннего контроля качества является проверка исполнителем соответствия выполняемых или выполненных работ требованиям задания, программы и нормативно-технической документации.

Для обеспечения внутреннего контроля качества исполнитель обязан иметь систему контроля качества и приемки инженерных изысканий. Система контроля качества инженерных изысканий разрабатывается в виде стандарта организации или положения о системе контроля качества, и должна содержать требования к организации контроля и приемки работ, и соответствующие формы актов.

Внешний контроль качества выполнения инженерных изысканий осуществляется застройщиком, техническим заказчиком собственными силами либо с привлечением независимых организаций. Задача контроля качества со стороны заказчика – проверка соответствия выполненных или выполняемых исполнителем ра-

бот и их результатов, требованиям задания, программы и нормативно-технической документации.

В соответствие с СП 47.13330.2012 [26] работы в составе инженерно-геологических изысканий, методы и технология выполнения зависят от цели проектирования, типа проектируемого сооружения и инженерно-геологических условий и обосновываются в программе работ.

Инженерные изыскания выполняются для:

- Подготовки документов территориального планирования;
- Подготовки документации по планировке территории;
- Выбора площадок (трасс) строительства;
- Архитектурно-строительного проектирования;
- Строительства и реконструкции объектов капитального строительства;
- Капитального ремонта автомобильных дорог общего пользования.

Выполнение инженерно-геологических изысканий для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории и выбора площадок (трасс) строительства регламентировано разделом 6.2 СП 47.13330.2012; для архитектурно-строительного проектирования регламентировано разделом 6.3 СП 47.13330.2012; для строительства и реконструкции объектов капитального строительства регламентировано разделом 6.4. СП 47.13330.2016; для капитального ремонта автомобильных дорог общего пользования регламентировано разделом 6.3 СП 47.13330.2012. При этом необходимо учитывать требования СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*» (введен 17.06.2017 г.) [25], СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85», СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*».

В таблице 1 приведен состав работ в зависимости от цели (градостроительной) проведения инженерно-геологических изысканий.

Таблица 1

п/п	Цель проведения изысканий	Виды работ
1	Подготовки документов территориального планирования	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка;
2.	Подготовки документации по планировке территории объектов капитального строительства (кроме линейных)	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка;
	Подготовки документации по планировке территории линейных объектов (на участках распространения специфических грунтов, опасных геологических и инженерно-геологических процессов, на участках перехода через естественные и искусственные преграды)	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка; • проходка горных выработок; • инженерно-геофизические исследования; • инженерно-геокриологические исследования; • гидрогеологические исследования; • лабораторные исследования грунтов и подземных вод.
3.	Выбора площадок (трасс) строительства	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка;

п/п	Цель проведения изысканий	Виды работ
		<ul style="list-style-type: none"> • проходка горных выработок; • инженерно-геофизические исследования; • инженерно-геокриологические исследования; • гидрогеологические исследования; • лабораторные исследования грунтов и подземных вод.
4	Архитектурно-строительное проектирование	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка; • проходка горных выработок; • инженерно-геофизические исследования; • инженерно-геокриологические исследования; • полевые исследования грунтов; • гидрогеологические исследования; • лабораторные исследования грунтов и подземных вод.
5	Реконструкция объектов капитального строительства	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка; • проходка горных выработок; • инженерно-геофизические исследования; • инженерно-геокриологические исследования; • полевые исследования грунтов; • гидрогеологические исследования; • лабораторные исследования грунтов и под-

п/п	Цель проведения изысканий	Виды работ
		земных вод.
б	Капитальный ремонт автомобильных дорог общего пользования	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет; • дешифрирование аэро- и космических снимков; • рекогносцировочное обследование, маршрутные и аэровизуальные наблюдения; • инженерно-геологическая съемка; • проходка горных выработок; • инженерно-геофизические исследования; • инженерно-геокриологические исследования; • полевые исследования грунтов; • гидрогеологические исследования; лабораторные исследования грунтов и подземных вод.

К результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации объектов капитального строительства, расположенных в районах распространения специфических грунтов, опасных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, устанавливаются дополнительные требования.

В соответствие с ГрК РФ и СП 47.13330.2012 [6, 26] результаты инженерно-геологических изысканий предоставляются заказчику в виде технического отчета. Технический отчет выполняется в соответствие с ГОСТ 21.301 и требований СП 47.13330.2012, состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть технического отчета в соответствие с СП 47.13330.2012 должна по заданию застройщика (технического заказчика) содержать раздел инженерно-геологическое районирование, который выполняют, на основе материалов инженерно-геологической съемки; в раздел включают обоснование и характеристики выделенных таксонов на карте инженерно-геологического районирования. Для районов распространения многолетнемерзлых грунтов раздел, как правило,

содержит результаты инженерно-геокриологического районирования. В разделе могут содержаться рекомендации по строительному освоению.

При этом графическая часть технического отчета должна содержать карту инженерно-геологических условий с таблицей характеристик выделенных таксонов и карту инженерно-геологического районирования (по заданию застройщика или технического заказчика);

1.3 Современные проблемы в сфере инженерно-геологических изысканий

По мнению специалистов и деятелей науки в сфере инженерных изысканий для строительства применение существующей нормативной базы не позволяет получать достоверные и достаточные сведения для проектирования, что в последствие приводит к увеличению затрат на строительство в процессе проектирования, или, что еще хуже, уже в период строительства, нередко по этой причине происходит деформация здания.

Во многих регионах России поднимают вопрос о пересмотре нормативных документов, так Н.Н. Ракитина и А.Д. Потапов в статье «Достоверность и достаточность инженерных изысканий для строительства: правило двух Д» [15] приводят пример строительства в Москве жилого комплекса на ул. Дмитрия Ульянова, имеющего двухэтажную подземную часть. По данным инженерно-геологических изысканий условия участка строительства не являются простыми для проектирования, строительства и дальнейшей эксплуатации сооружения.

Согласно проектной документации ограждение котлована для выполнения работ по возведению подземной части и фундаментации, устроенное способом «стена в грунте», должно было закрепляться двумя ярусами грунтовых анкеров.

После проходки котлована до уровня, соответствующего отметке установки нижнего яруса анкеров, выяснилось, что вне контура котлована с одной стороны залегают слабые грунты, не встреченные при изысканиях. Требуемую проектную несущую способность грунтовых анкеров, корни которых установились в слабом слое, обеспечить не удалось. В итоге были приняты следующие решения: коррек-

тировать проект, взамен анкеров на этом участке были установлены распорки, сокращающие используемое подземное пространство строящегося жилого комплекса.

При выполнении изысканий на территории, покрывающей всю площадь закрепления анкеров, при проектировании подземной части сооружения наличие слабых грунтов было учтено, и, следовательно, необходимости в корректировке проекта, а также изменения технологии строительства и дополнительного расхода средств не было бы.

Следующий пример: в районе дома № 30 по Ленинградскому проспекту 11 сентября 2006 г. произошел провал грунта, площадью около 300 м², глубиной до 5.6 м (рисунок 1). В результате под грунт провалился многотонный самосвал, рухнула мачта городского освещения.



Рисунок 1 Провал грунта по адресу: г. Москва, Ленинградский проспект, д. 30
(фото Н.Н. Ракитиной)

Причиной данной аварии признано воздействие строительства многофункционального офисного комплекса с подземной автостоянкой по адресу Ленинградский проспект, вл. 39, расположенного вблизи от площадки нового строительства, но не на участке изысканий.

Инженерно-геологические изыскания для строительства комплекса были выполнены в 2004 г. Анализ геологического строения и гидрогеологических условий показал, что данная площадка обладает сложными инженерно-геологическими условиями, особенно для заглубленного подземного строительства. В отчете об инженерно-геологических изысканиях на участке строительства было отмечено, что в связи с высоким залеганием уровня грунтовых вод высока возможность возникновения барражного эффекта.

Однако заказчик из соображений экономии не согласовал проведение опытно-фильтрационных работ на участке. Тем более не выполнялось и гидрогеологическое моделирование. В процессе изысканий не удалось учесть то, что через территорию застройки проходит палеодолина р. Таракановки, которая была заключена в коллектор в середине 50-х гг. XX в.

«Стена в грунте», заложенная под строительство многофункционального офисного комплекса по адресу Ленинградский проспект, вл. 39, перекрыла движение потока грунтовых вод, изменив направление и скорость фильтрации подземных вод. Грунтовые воды, обладающие критическим градиентом подземного потока, устремились в палеодолину р. Таракановки, что привело к активизации механической суффозии. Подземные воды в короткие сроки вымыли мелкие фракции песка, в результате чего образовались пустота и оседание грунта на площади около 300 м².

Если бы в ходе изысканий инженерно-геологическая организация произвела анализ палеогидрографической обстановки района, выполнила опытные откачки и на их основании дала четкие сведения о направлении потока подземных вод, а также предоставила сведения о суффозионных свойствах песка, можно было бы спрогнозировать вынос песчаных частиц и выбрать соответствующие проектные решения. Но эти работы не были включены в техническое задание на инженерно-геологические изыскания, не вошли в программу работ исходя из ложных представлений заказчика и проектировщика об экономии средств на изыскания» [15].

Для повышения качества проведения изысканий Н.Н. Ракитина и А.Д. Потапов предлагают выполнять оценку программы работ и проводить ее экспертизу до проведения изысканий на предмет достаточности видов и объемов работ. При этом выполняться экспертиза должна компетентными специалистами, имеющими доступ к фондовым материалам по району изысканий. Достоверность и достаточность изысканий (выполнение правила двух Д) должны быть оценены до начала проектирования так же квалифицированными специалистами, имеющими возможность сравнить проверяемые материалы с фондовыми данными.

Кроме того, для оценки качества проведенных изысканий необходимо осуществлять выборочный полевой контроль работы инженерно-геологических организаций. В процессе полевого контроля должны проверяться:

- способ привязки скважин и точек опытных работ на местности;
- способ бурения скважин, правильность ведения буровых журналов;
- соблюдение методик отбора, упаковки и транспортирования проб;
- соблюдение методик выполнения полевых испытаний грунтов.

В этом случае при посещении площадки изысканий экспертной комиссией качество полевых работ, а также, соответственно, качество инженерно-геологических изысканий будут возрастать.

Однако для реализации выполнения «правила двух Д» полномочия организаций, занимающихся контролем проведения инженерных изысканий должны быть определены законодательно и должно быть остановлено разрушение системы экспертизы результатов инженерных изысканий и восстановлено обязательное формирование геологических фондов.

А.Н. Драновский, и Р. К. Галеев в статье «Качество инженерно-геологических изысканий — основа надежности» [7] считают причинами низкого качества выполнения инженерно-геологических изысканий:

- недостаточное финансирование и чрезмерно сжатые сроки изысканий,
- низкий уровень требований проектных организаций,
- старение оборудования,

-недостаточная квалификация исполнителей и руководителей

Очень часто заказчики, экономя на качестве изысканий, интеллекте расчетчиков и проектировщиков, приносят весомые убытки для инвесторов. Разумеется, наибольшие убытки несут инвесторы при деформациях и авариях.

Например, экономя на количестве выработок в среде плотной городской застройки, геологи не могут выявить засыпанных древних выгребных ям и погребов. Так случилось, например, на ул. Щапова, д.9, когда под центральной частью элитного жилого дома оказалась огромная выгребная яма глубиной 9 м, существовавшая еще в XIX веке. Затраты на усиление фундаментов дома многократно превышают расходы на самые обстоятельные и качественные инженерно-геологические изыскания.

Необходимо обратить внимание на то, что иногда даже в тех случаях, когда инженерно-геологические изыскания были выполнены качественно, деформации и разрушения зданий и сооружений возникают из-за несоответствия фактических свойств грунтов оснований принятым в проекте. Это происходит вследствие ухудшения свойств грунтов в период строительства и эксплуатации. Нередко котлованы, отрытые до начала возведения фундаментов, длительное время затапливаются поверхностными и техногенными водами. Кроме того, грунты основания промораживаются, причем неоднократно. Последнее характерно и для недостроенных зданий с неутепленными подвалами, где фундаменты имеют минимальную глубину заложения от пола подвала.

В тех случаях, когда котлованы затапливались длительное время, необходимо заново и в полном объеме проводить дополнительные инженерно-геологические изыскания и перепроектировать фундаменты, нередко изменяя их тип.

Однако на практике проверяются свойства грунтов у поверхности дна котлована лишь до глубины 1-2 м, и то не всегда. Это приводит к серьезным деформациям зданий, а часто и к авариям. Надлежащий надзор за качеством строительства не всегда достаточен именно в сфере инженерной геологии и фундаментостроения.

Условия строительства и реконструкции в среде плотной городской застройки накладывают более высокие требования к изысканиям, которые должны быть достаточными для проектирования объекта и обеспечения безопасности окружающих строений.

Ошибки или небрежность при изысканиях и проектировании приводят к деформациям и разрушениям окружающих зданий.

Объем и состав работ при изысканиях должен соответствовать сложности и ответственности объекта. Наибольшее внимание должно уделяться объектам строительства в плотной городской среде на слабых грунтах при экскавации глубоких котлованов.

К сожалению, профессиональная экспертиза материалов инженерно-геологические изыскания производится только в экстремальных случаях, а не является обязательной. Весьма редко производятся и контрольные инженерно-геологические изыскания в полном объеме.

Авторы считают, что экспертиза вправе назначать контрольные изыскания, которые должны производиться авторитетной независимой организацией за счет средств недобросовестного исполнителя, при сомнениях в качестве инженерно-геологические изыскания.

Н. И. Орловой и О. В. Калинин в статье «Изучение причин деформации вновь построенного здания» [11] приведены результаты изучения причин деформаций вновь построенного здания больницы в г. Кусе. В 1998 г. в юго-восточной части на стенах вновь построенного здания больницы в городе Куса начали возникать трещины. Здание двухэтажное, стены кирпичные, фундамент ленточный. Трещины с раскрытием в несколько сантиметров прошли поперек всей юго-восточной части здания по стенам и перекрытиям. В 12,5 м от торца здание начало разламываться. Это повлекло за собой вытягивание балок и плит перекрытия лоджии и теплого перехода.

При выявлении возможных причин разрушения были проведены: анализ расположения здания и дополнительные инженерно-геологические изыскания.

Анализ расположения здания показал, что имеет место сдвиг контура здания относительно проектного положения на 24 м к юго-востоку.

Здание было запроектировано на основании результатов выполненных инженерно-геологических изысканий, в ходе которых установлено, что основанием фундаментов будут служить щебенистый грунт обломочной зоны коры выветривания и скальный грунт (доломит). Такие грунты считаются, соответственно, малосжимаемым и несжимаемым и являются хорошим основанием фундаментов.

После завершения комплекса дополнительных инженерно-геологических изысканий установлены следующие причины деформации корпуса больницы:

- при смещении на 24 метра к юго-востоку от первоначальной посадки здание попало на «карман выветривания», заполненный элювиальным суглинком твердым просадочным;
- разносжимаемость грунтов в основании фундамента способствовала оседанию юго-восточной части здания.

Без сомнения, деформаций здания можно было бы избежать, если бы своевременно были заказаны дополнительные инженерно-геологические изыскания в контуре смещения корпуса больницы, а проект был бы откорректирован с учётом выявленных специфических грунтов, резкого понижения кровли скальных грунтов в «кармане выветривания» и разносжимаемости грунтов основания.

Г. В. Шибалова в статье «Значение инженерно-геологических изысканий при проектировании и строительстве сооружений» [35] считает, что проблема качества инженерно-геологических изысканий и ее влияния на надежность и стоимость строительства возникла в те времена, когда был принят Федеральный закон о техническом регулировании (от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ).

Репрезентативность является одной из составляющих достоверности изысканий. Чем больше исследуемый объем среды, тем представительнее результаты. Другая составляющая достоверности — точность измерений. Третья составляющая - надежность результатов. Если измерения выполнены с высокой точностью,

но среда оказалась по каким-либо причинам нарушенной, то их результаты нельзя считать надежными и достоверными.

Одна из основных причин низкого качества инженерно-геологических изысканий — недостаточность геологических выработок, предусмотренных нормативными документами. Необходимо увеличение числа выработок в зависимости от стадии проектирования и категории инженерно-геологических условий. На участках между выработками инженерно-геологическая информация может быть получена в том числе и геофизическими методами.

С целью принятия наиболее рациональных решений Н. Г. Корвет, М. Б. Заводчиков и Д. С. Юферова в статье «Типизация грунтовых условий территории объекта «Китайский театр» г. Пушкина» [10], как для вновь возводимых сооружений (при проектировании оснований и фундаментов), так и при реконструкции существующих (для укрепления фундамента или его замены), первостепенной задачей считают проведение оценки геологического разреза площадок. При этом они предлагают учитывать особенности напластования грунтов и по глубине, и по площади их распространения. Даже в пределах незначительных по размеру строительных площадок, наблюдается значительное разнообразие геологического строения, поэтому в практических целях целесообразно проводить типизацию геологических разрезов, которая заключается в выделении конкретных типов разрезов по сочетанию геолого-генетических слоёв, представленных грунтами с определённым составом, состоянием и физико-механическими свойствами. Результатом выполненной типизации является принятие оптимальных решений для выбора мест расположения сооружения в конкретных инженерно-геологических условиях. При реконструкции и модернизации существующих объектов типизация инженерно-геологических разрезов необходима при выборе метода укрепления фундамента или его замены.

Е. С. Цоцур считает, что основной задачей инженерно-геологических исследований является составление информационной инженерно-геологической модели местности. «Такая модель должна содержать в аналитической или синтетической

форме все данные, которые необходимы для решения задач, связанных с размещением строительных комплексов и сооружений, оценкой влияния инженерно-геологических мероприятий на природную обстановку и планированием мероприятий по преобразованию ее» [34].

Исходя из всего вышеперечисленного необходимо отметить необходимость информационно-аналитического обеспечения инженерных изысканий, которое включает:

- сбор и обработку материалов и результатов инженерных изысканий, создание сводной информационно-аналитической продукции и ее пополнение, систематизацию, анализ, хранение;

- предоставление информационно-аналитической продукции потребителям.

Получение и интерпретация материалов, необходимых для территориального планирования, планировки территории и архитектурно-строительного проектирования осуществляются исполнителями инженерных изысканий, а также государственными, научными и производственными организациями, проводящими исследования и мониторинг природных условий РФ.

Основной сводной информационно-аналитической исходной информацией для территориального планирования, планировки территории и архитектурно-строительного проектирования являются специальные карты, выполненные по результатам инженерных изысканий для строительства, а также обобщения (текстовые, табличные и графические), технические отчеты и заключения учреждений гидрометеорологической и сейсмологической служб России:

- топографические карты, топографические и инженерно-топографические планы;

- карты инженерно-геологических условий с таблицей характеристик выделенных таксонов;

- карты инженерно-геологического районирования;

- карты опасностей от геологических и инженерно-геологических процессов;

- карты микросейсмического районирования;

– геологические и инженерно-геологические разрезы и колонки.

При этом возникает ряд проблем, связанных с исходной информацией по инженерным изысканиям. Сбор, обработка, хранение и предоставление информации по результатам инженерных изысканий в настоящее время осуществляется разрозненными организациями, имеющими различные формы собственности, деятельность которых регулируется порядками выполнения инженерных изысканий субъектов РФ или правовыми актами муниципальных образований. При этом, как правило, пространственные данные (инженерно-топографические планы и др.), инженерно-геологическая, экологическая информации и сведения о гидрометеорологических условиях сосредотачиваются в различных фондах (архивах). Результаты инженерных изысканий, выполненных госкорпорациями, содержатся в закрытых фондах (архивах). В связи с этим «отсутствуют комплексные геоинформационные системы, позволяющие интегрировать разнородные материалы инженерных изысканий в единый информационный продукт, что существенно увеличивает время и затраты на всех этапах проектно-изыскательских работ.

В настоящее время роль фондов, как источников развития отрасли, не реализована. Методология создания и функционирования фондов, базирующаяся на современных информационных технологиях отсутствует, сбор, обработка, хранение и предоставление информации по результатам инженерных изысканий ее полнота, доступность и оперативность предоставления в пользование не соответствуют потребностям производства инженерных изысканий и подготовки градостроительной документации для выработки и принятия управленческих решений. В частности, результаты инженерных изысканий, полученные за счет застройщиков, являются их собственностью и фактически не могут быть непосредственно использованы для архитектурно-строительного проектирования другими лицами. До настоящего времени отсутствует положение о государственном фонде материалов и данных инженерных изысканий, структура такого фонда и правовые вопросы по использованию результатов инженерных изысканий, полученных, в том числе, за счет застройщиков. Информация о природных условиях России раскре-

доточена по архивам и фондам, имеющих различные формы собственности, не связанные единым информационным пространством и не скоординированных с правовым полем РФ.

Таким образом, необходимо отметить что ошибки, связанные с проведением инженерно-геологических изысканий, делятся на две группы:

1 Ошибки, связанные с выбором исполнителя:

- отсутствие квалифицированных специалистов;
- недостаток опыта проведения инженерно-геологических изысканий;
- неправильно поставлена задача выполнения инженерно-геологических изысканий (не представлена характеристика объекта строительства, или представлены неполные данные)

2. Ошибки, связанные с непосредственным проведением инженерно-геологических изысканий.

- просадочные грунты: ошибки в расчетах в строительных конструкциях и основаниях фундамента; последствия – деформация опорных конструкций;

- слабые грунты: ошибки в прогнозировании поведения грунтов под давлением и в динамике под нагрузкой; последствия – неравномерная осадка (возможно, уже в процессе эксплуатации объекта), деформация и разрушение элементов строения;

- закарстованные участки: не обнаруженные пустоты, ошибки в расчетах давления и нагрузки на грунтовые почвы; последствия – обрушение строения;

- набухающие грунты: ошибки в расчетах свойств набухания; последствия – деформация фундамента строения в процессе эксплуатации;

- сейсмические районы: неточный прогноз уровня подъема грунтовых вод, неполнота данных о тектонических процессах и др.; последствия - разрушение строения.

2 АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА С ЦЕЛЬЮ ТИПИЗАЦИИ

2.1 Физико – географические условия

2.1.1 Климат

Рассматриваемый район расположен в зоне резко-континентального климата, обусловленного большой удалённостью от морей и океанов.

Континентальность климата определяется большими колебаниями температуры воздуха как внутри года, так и в течение суток. Формируется климат под влиянием таких факторов как радиационный режим, атмосферная циркуляция и подстилающая поверхность. Велика роль рельефа горного Урала, простирающегося меридиональной полосой и вносящего большие изменения в господствующий западно-восточный перенос воздушных масс.

Для территории характерна морозная и продолжительная зима с частыми метелями и сравнительно жаркое лето с периодически повторяющимися засушливыми периодами.

Температура воздуха

Температурный режим в основном определяется циркуляционными факторами. Кроме этого, огромно влияние подстилающей поверхности, в особенности абсолютной высоты местности и формы рельефа.

Метеорологические данные приведены по метеостанции Челябинск.

Среднегодовая температура воздуха положительная $+2.0^{\circ}\text{C}$. Самым холодным месяцем является январь, среднемесячная температура воздуха -15.8°C , самым теплым - июль, среднемесячная температура воздуха $+18.4^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры воздуха приходится на июль $+40^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум - на январь минус 48°C . Абсолютная амплитуда колебаний температуры воздуха 88°C .

Для весны характерно быстрое повышение средних суточных температур воздуха. Переход средней суточной температур воздуха через -5°C происходит в среднем 26 марта, через 0°C - 8 апреля, через $+5^{\circ}\text{C}$ - 22 апреля, через $+10^{\circ}\text{C}$ вес-

ной температура воздуха переходит 10 мая и держится до 15 сентября. Переход через +5°C осенью происходит 5 октября, через 0°C - 22 октября. Переход средней суточной температуры воздуха через -5° С происходит 9 ноября, с этой датой обычно совпадает образование устойчивого снежного покрова.

Среднемесячная температура воздуха, °С МС Челябинск

Таблица 2.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
норма	-15.8	-14.3	-7.4	3.9	11.9	16.8	18.4	16.2	10.7	2.4	-6.2	-12.9	2.0

Абсолютный минимум температуры воздуха, °С МС Челябинск

Таблица 3.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
	-48	-45	-36	-26	-11	-2	3	0	-10	-24	-36	-42	-48

Абсолютный максимум температуры воздуха, °С МС Челябинск

Таблица 4.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
	4	8	15	28	35	37	40	36	32	25	16	7	40

Средняя дата первого и последнего заморозков и продолжительность безморозного периода

Таблица 5.

Средняя дата заморозков		Продолжительность безморозного периода /дни/
последнего	первого	
15.05	23.09	130

Температура поверхности почвы

Средняя температура поверхности почвы, °С МС Челябинск

Таблица 6.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
норма	-17	-16	-8	5	15	21	23	19	11	2	-7	-14	3

Средняя максимальная температура поверхности почвы, °С МС Челябинск

Таблица 7.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	max
-------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

	-2	1	8	36	47	54	54	49	40	24	7	0	56
--	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	---	---	----

Абсолютный максимум температуры поверхности почвы, °С МС Челябинск

Таблица 8.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	max
	4	8	19	48	62	62	60	55	51	31	16	6	62

Средняя минимальная температура поверхности почвы, °С МС Челябинск

Таблица 9.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	max
	-37	-37	-30	-13	-6	1	5	2	-4	-14	-26	-34	

Абсолютный минимум температуры поверхности почвы, °С

Таблица 10.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	min
	-52	-48	-38	-30	-12	-4	1	-2	-10	-29	-39	-46	-52

Промерзание почвы МС Челябинск

среднегоголетнее 86 см,

максимальное 150 см.

Влажность

Для характеристики режима влажности рассматриваются три основных показателя: упругость водяного пара, относительная влажность воздуха и недостаток насыщения воздуха водяным паром.

Величина упругости водяного пара характеризует влагосодержание воздуха и подтверждена значительным изменениям вследствие неоднородности подстилающей поверхности. Годовой ход упругости водяного пара очень сходен с годовым ходом температуры воздуха.

Среднемесячная упругость водяного пара, гПа МС Челябинск

Таблица 11.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
норма	1.6	1.7	2.9	5.3	7.8	11.6	14.7	12.6	9.0	5.3	3.3	2.6	6.5

Относительная влажность воздуха характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром, представляет собой отношение упругости водяного пара, содержащегося в воздухе к упругости насыщенного пара при той же температуре, выраженное в процентах.

Среднемесячная относительная влажность, % МС Челябинск

Таблица 12.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
норма	78	75	75	66	56	61	69	71	71	74	78	79	71

В году в среднем бывает 30 сухих дней. Наиболее сухим бывает май, наибольшее число влажных дней (относительная влажность которых $\geq 80\%$) отмечается в холодный период года, преимущественно в декабре.

Недостаток насыщения воздуха водяным паром представляет собой разность между упругостью насыщенного водяного пара при данной температуре и упругостью содержащегося в воздухе водяного пара.

В соответствии с высокой относительной влажностью воздуха и низкими температурными минимальный недостаток насыщения воздуха водяным паром оказывается в январе.

Среднемесячный недостаток насыщения, Мб МС Челябинск

Таблица 13.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
норма	0.5	0.6	1.1	3.7	8.0	9.0	7.8	6.4	4.8	2.3	1.0	0.6	3.8

Осадки

Распределение осадков в течение года неравномерно, определяется циклонической деятельностью и рельефом местности. В тёплый период /апрель - октябрь/ выпадает до 75% годовой суммы осадков. Максимум осадков выпадает в июле, минимум - в феврале. В отдельные годы, в зависимости от атмосферной циркуляции, как минимум, так и максимум могут быть сдвинуты на другие месяцы.

Таблица 14.

Период	Количество осадков, мм
Холодный период /ноябрь-март/	104
Теплый период /апрель-октябрь/	335

Сумма осадков, мм МС Челябинск

Таблица 15.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	сумма за год
норма	19	16	18	23	39	58	82	60	36	37	26	25	439

Сумма осадков по видам, мм МС Челябинск

Таблица 16.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	сумма за год
жидкие				7	30	57	82	60	32	14	2		284
твердые	18	15	15	6	1					8	17	25	105
смешанные	1	1	3	10	8	1			4	15	7		50

Минимальное количество осадков, мм МС Челябинск (период наблюдений 1900 - 2009 гг.)

Таблица 17.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
кол-во, год	1 1995	1 1964, 1967	0 1904	0 1904, 1991	0 1991	7 1957, 1987	12 1934	6 1936	0 1992	5 1904	2 2005	1 1974

Максимальное количество осадков, мм МС Челябинск (период наблюдений 1900 - 2009 гг.)

Таблица 18.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
кол-во, год	50 1987	49 1985	53 2005	79 2006	115 2000	147 2001	186 1994	228 1931	143 1987	102 1994	60 1997	61 2000

Максимальное суточное количество осадков, мм различной обеспеченности
МС Челябинск:

10% обеспеченности	54
5% обеспеченности	65
2% обеспеченности	85

Максимальное годовое количество осадков - 667 мм (1993 год, период наблюдений 1900-2009 гг.).

Минимальное годовое количество осадков - 239 мм (1995 год, период наблюдений 1900 -2009 гг.).

Максимальное годовое количество осадков, мм различной обеспеченности МС Челябинск:

10% обеспеченности	554
5% обеспеченности	604
2% обеспеченности	640

Снежный покров

Первое появление снега приходится на начало октября, первый снег обычно таит. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября. Интенсивное нарастание снежного покрова происходит в начале зимы /ноябрь, декабрь/. Наибольшие высоты обычно наблюдаются в конце февраля - начале марта, наибольшие запасы влаги - в третьей декаде марта перед снеготаянием.

Дата образования устойчивого снежного покрова МС Челябинск

средняя	9 ноября
ранняя	10 октября
поздняя	13 декабря

Дата схода снежного покрова МС Челябинск

средняя	18 апреля
ранняя	27 марта
поздняя	19 мая

Количество дней со снегом 157.

Высота снежного покрова на последний день декады, см МС Челябинск

Таблица 19.

месяц	XI			XII			I			II			III			IV
декада	1	2	3	1	2		3	1	2	3	1	2	3	1	2	1
норма	7	10	12	15	18	21	23	24	26	29	28	30	30	24	18	8

Наибольшая высота снежного покрова за зиму, см МС Челябинск

средняя 35

максимальная 66

минимальная 16

Гололедно-изморозевые образования

Резкие суточные колебания температур приводят к гололедно – изморозевым образованиям.

Среднее число дней с обледенением проводов

Таблица 20.

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
Гололед		1	2	1	0,4	1	1	1		7
Кристаллическая изморозь		0,2	2	5	5	3	3	0,3		19
Зернистая изморозь		0,1	1	1	0,3	0,1	0,4	0,04		3
Сложные отложения		0,1	0,3	0,4	0,2	0,2		0,04		1
Мокрый снег	0,04	0,3	0,2				0,1	0,1	0,04	0,8
Обледенение всех видов	0,04	2	5	7	6	4	4	1	0,04	29

Наибольшее число дней с обледенением проводов

Таблица 21.

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
Гололед		4	10	4	5	3	3	3		18
Кристаллическая изморозь		2	12	20	17	9	9	1		46
Зернистая изморозь		2	5	4	3	2	2	1		8
Сложные отложения		2	3	3	5	4		1		7
Мокрый снег	1	4	2	2			1	1	1	4
Обледенение всех видов	1	5	15	20	19	14	11	3	1	53

Ветровой режим

Географическое распределение различных направлений ветра и его скоростей определяется сезонным режимом барических образований. В течение всего года, в том числе внутри каждого месяца, преобладают ветры западного направления.

Средняя месячная скорость ветра на рассматриваемой территории меняется от 2.6 до 3.5 м/с. Максимальная скорость ветра наблюдалась 22 - 24 м/с.

Средняя месячная скорость ветра, м/с МС Челябинск

Таблица 22.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Норма	2.7	2.8	2.9	3.2	3.5	3.3	2.8	2.7	2.9	3.5	3.3	2.6	3.0

Среднегодовые элементы водного баланса

Таблица 23.

	л/сек*км2	мм
-испарение	-	400-410
-поверхностный сток	1.0-0.8	32-25
-подземный сток	0.3-0.5	10-16

Глобальные атмосферные аномалии и явления на территории города и Челябинской области весьма редки: преимущественно ураганные ветры, ливни, градобойные явления. В отдельные годы или на протяжении ряда лет может установиться аномально жаркая погода летом с незначительными осадками, причём местами, приводящая к возгоранию в лесных массивах. А зимой – аномально холодная погода, сменяющаяся резким потеплением с гололёдными явлениями и налипанием снега, осадками в виде дождя и снега. Неблагоприятные метеоусловия и периодически устанавливаемая безветренная погода способствуют повышению загрязнения воздуха автомобильными выхлопами и выбросами промышленных предприятий, образованию смога на значительной части городской территории. Скопление снега или затяжные дожди в горных районах области способствуют наводнениям.

2.1.2. Рельеф и геоморфология

Рельеф г. Челябинска обусловлен расположением его территории на стыке Зауральского пенеппена и Западно-Сибирской континентально-морской аккумулятивной равниной.

Центральная и западная части города расположены на слегка всхолмленной равнине, прорезанной долиной реки Миасс и приуроченной к ней серией мелких речек, ручьёв и логов.

Восточная представляет собой пониженную и однообразно ровную часто заболоченную территорию. Общий уклон местности с запада на восток. Частные понижения связаны с долиной реки в центре и в западной части города, а также с озёрными котловинами в восточной. Абсолютные отметки рельефа колеблются в пределах 200-265м.

Следует отметить, что естественный рельеф (особенно в пределах застройки и промышленной территории) претерпел значительные изменения, характерные для мегаполисов, каким и является город Челябинск.

2.1.3 Гидрография

Характерной особенностью территории г. Челябинска является насыщенность ее гидрологическими объектами. Всю площадь города с юго-запада на север пересекает река Миасс, сток которой зарегулирован Шершневым водохранилищем, и имеющая в пределах городской черты три притока: речки Игуменку, Челябинку и Чекинку (рисунок 2).

В восточной части города цепочкой с юга на север расположены три крупных озера: Синеглазово, Смолино и Первое.

В пределах перспективной границы города, к востоку от озера Смолино, находится озеро Курочкино. Кроме того, к югу от пос. Шагол у деревни Моховички расположено зарастающее озеро. Все перечисленные объекты оказывают значительное влияние на условия строительства. Их гидрологическая характеристика приводится ниже, на основании имеющихся в городе материалов.

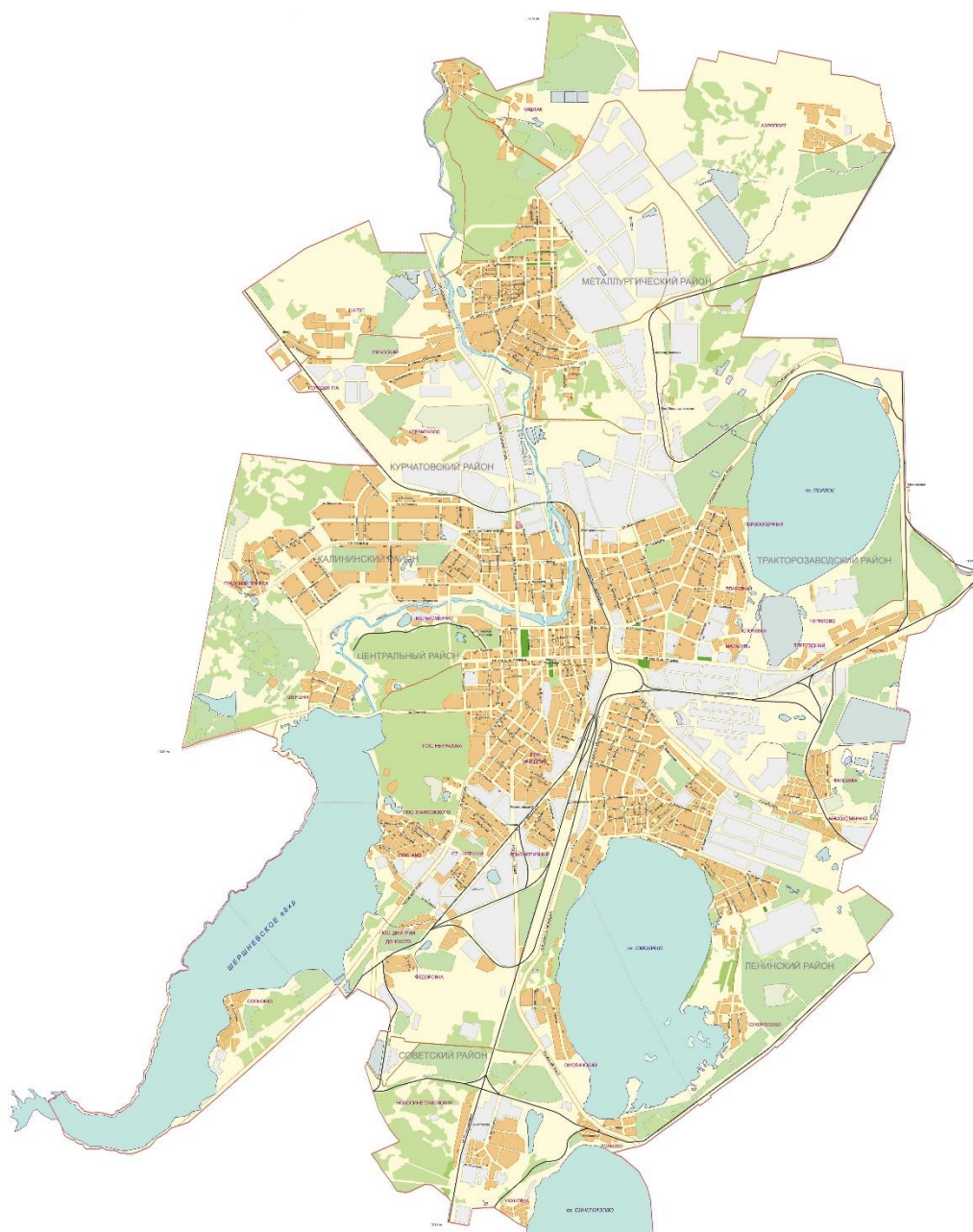


Рисунок 2. Карта-схема города Челябинска

Река Миасс.

Бассейн р. Миасс простирается на восток от главного водораздела (Уральский хребет) на 350 км и при наибольшей ширине 90 км занимает территорию площадью 21800 км², из которой активная площадь составляет 19100 км², остальную территорию занимают бессточные участки.

Водосбор имеет грушевидную форму. Рельеф бассейна реки в верхнем течении - горный, в среднем - холмистый. Относительные высоты колеблются в пределах от 100-150 м до 25-80 м.

Основное питание р. Миасс и ее притоки получают в верхних участках течения и в остальной части представляют транзитные потоки.

Река Миасс впадает в Исеть, Тобол, Иртыш, Обь, Карское море.

Речная сеть развита слабо. Притоков первого порядка насчитывается 26. Густота речной сети в бассейне 0.14 км/ км²

Основные гидрографические характеристики водосбора р. Миасс в районе г. Челябинска приведены в таблице 24:

Таблица 24.

Пункт	Длина, км	Ср. уклон, %	Площадь водосбора, м ²	Ср. высота водосбора, м	Озерность, %	Заболоченность, %	Лесистость, %
Сосновка	287	1.2	5290 - 5230	375	4	6	43
Н. Поле	328	1.2	5680	368	4	6	45
Миасское	377	1.1	6890 - 7140	341	4	5	38

В пределах города в р. Миасс впадает ряд небольших водотоков, такие как р. Чекинка, р. Челябка и р. Игуменка.

Речка Чекинка берет начало в районе областной больницы и течет открытым руслом, впадая в Шершневское водохранилище.

Речка Челябка с притоком Зеркальный ручей начинает свое течение в районе между радиозаводом и гостиницей "Турист», длина ее 6.2 км, вся она заключена в коллектор, пересекает проспект Ленина.

Речка Игуменка - длина 9 км, имеет приток р. Чернушку, берет начало у второй железнодорожной больницы, между улицей Блюхера и улицей Сулимова, впадает в р. Миасс напротив острова за концертным залом, частично заключена в коллектор. Имеет ширину 1-2 м, максимальная глубина 0.1-0.3 м, скорость течения 0.2-0.4 м/с. Расход воды в период межени незначительный (до 30 л/с) в период паводка может увеличиваться до 1-2 м³/с.

В юго-западной части города у п. Шершни в 1966 г. на р. Миасс была сооружена плотина. Образованное в результате строительства плотины Шершневское водохранилище, имея при НПУ объем воды 180 млн.куб. м, является основным и,

практически, единственным источником питьевого и хозяйственного водоснабжения города.

Поддерживание уровня в водохранилище оказывает существенное регулирующее воздействие на гидрологический режим реки ниже плотины.

Озеро Первое расположено в бассейне р. Миасс на северо-восточной окраине г. Челябинска. В плане вытянуто с севера на юг.

Береговая линия слаборазвитая. Берега преимущественно пологие, только в юго-западной части озера - обрывистые, высотой 4.0- 4.5 м, подвержены размыву. Грунты берегов песчаные, с прослойками глины. Дно песчаное, ровное.

Площадь водосбора озера 98.8 км². Площадь зеркала составляет 18.7 км² при среднемноголетней отметке уровня воды в озере 204.08 м, средняя глубина 7.7 м, максимальная 10.1 м.

Озеро связано с рекой Миасс регулируемым каналом.

В южную часть озера производится сброс отработанных вод АО «ЧТЗ», в западную - завода АО "Оргстекло".

Бессточные озера Смолино и Курочкино расположены на юго-восточной окраине г. Челябинска. Имеют пологие берега, частично занятые плановыми застройками. Площадь водосбора озера Смолино 62.7 км², озера Курочкино 12.2 км². Площадь зеркала оз. Смолино составляет 21.7 км², средняя глубина 3.59 м, максимальная 5.5 м (по данным 1971 года).

Площадь зеркала оз. Курочкино 1.36 км², средняя глубина 1.0 метр, максимальная 2.2 м, при уровне в период обследования 220 метров.

С 1965 года проводились периодические откачки воды из озера Смолино для понижения его уровня. В 1986 году выполнен комплекс сооружений для постоянной перекачки воды из оз. Смолино через р. Чумляк в р. Миасс.

Озеро Синеглазово расположено к югу от п. Исаково. Площадь водосбора 69.9 км². В плане неправильной формы. Берега пологие. Площадь зеркала озера 12.2 км², средняя глубина 1.2 м, максимальная 2.1 м. Озеро бессточное. С 1965 по

1967 г в озеро выполнялась перекачка воды из оз. Смолино (9.18 млн. м³), что нарушило естественный ход озера и вызвало затопление прибрежной полосы.

2.2 Инженерно-геологические условия

Инженерно-геологическое строение территории города приведено согласно схеме инженерно-геологического расчленения массива грунтов [30], представлено в приложении А.

Ниже приводятся литологическое описание и средние значения физико-механических свойств грунтов, слагающих территорию города.

Грунты формации складчатого фундамента

В юго-западной части города лишь отдельными пятнами отмечаются выходы на поверхность скальных грунтов гранитоидной и морской карбонатной субформаций, северо-восточнее промплощадки АО «ЧЭМК» на поверхность выходят скальные грунты вулканогенной формации.

Так как скальные грунты из-за достаточно глубокого залегания играют незначительную роль при строительном освоении территории города (кроме сооружений глубокого заложения – метрополитена, тоннелей и т.п.) и на инженерно-геологической карте выделяются в виде фрагментов, ниже приводится лишь краткое литологическое описание скальных грунтов и их физико-механические свойства.

Терригенно-карбонатная ниже-среднекаменноугольная формация

В состав формации входят две субформации: морская карбонатная и прибрежно-морская терригенная.

Морская карбонатная субформация (С₁)

На описываемой территории отложения субформации представлены известняками, залегающими в восточной ее части в виде полосы субмеридионального простирания от северной до южной границы города. Коренные выходы известняков отмечаются лишь на западном берегу озера Смолино, а на юго-западном берегу озера Первого вблизи дневной поверхности на глубине 3-7 метров.

В известняках морской карбонатной субформации отмечаются редкие пласты обломочных пород - песчаников и алевролитов.

В зоне, прилегающей к Челябинскому разлому, известняки каталазирваны, изобилуют трещинами со следами подвижек, местами брекчированы и залечены кальцитом. В кровле известняков располагается закарстованная зона мощностью до 10-20 метров. Карстовые полости 0,3-3,4 метра заполнены глинистым и крупнообломочным материалом с обломками известняков, иногда отмечаются карстовые пустоты. Коэффициент закарстованности в этой зоне составляет 30-35%. Здесь же наблюдаются многочисленные мелкие каверны размером 2х3 до 5х20 см. Физико-механические свойства известняков представлены в таблице 25:

Таблица 25.

Наименование показателей	Прочные	Средней прочности
Плотность, г/см ³	2,68	2,67
Предел прочности:		
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	105,1	48,8
- в вод насыщенном состоянии, МПа	80,6	35,8
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,78	0,74

Прибрежно-морская терригенная субформация

Породы этой субформации залегают в периферических частях синклинали складки, окаймляя карбонатную субформацию. Отмечаются они в восточной части городской территории и прослеживаются от северной до южной границы города. На дневную поверхность в пределах территории города не выходят.

Разрез толщи представлен, в основном, песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов, известняков мощностью до 2-2,5 метров; известняки образуют иногда и более мощные пачки или слои; для всех литологических разновидностей характерна примесь углистого вещества.

Песчаники мелкозернистые и неравномернозернистые, серые, темно-, зелено-вато-, красновато-серые, состоят из слабоокатанных или угловатых обломков кварца и полевого шпата, сцементированных карбонатным или гематитовым цементом пленочного или базального типа; на контакте с известняками они секутся

микропрожилками кальцита мощностью 0,5-1,0 мм, а на контакте с аргиллитами и алевролитами обогащены углистым веществом.

Физико-механические свойства песчаников представлены в таблице 26:

Таблица 26.

Наименование показателей	Прочные	Средней прочности	Малопрочные
Плотность, г/см ³	2,60	2,58	2,49
Предел прочности:			
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	104,8	52,4	27,3
- в водонасыщенном состоянии, МПа	71,2	29,3	8,4
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,72	0,49	0,38

Физико-механические свойства аргиллитов и алевролитов на территории г. Челябинска практически не изучены.

Вулканогенная среднепалеозойская формация

К вулканогенной формации отнесены эффузивные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы, расположенные в тектоническом блоке, названном Челябинской тектонической зоной и ограниченной Западным Челябинским и Восточным Челябинским разломами.

С поверхности все породы вулканогенной формации в значительной степени трещиноватые. Выделяются тектонические трещины с зонами расланцевания, дробления и милонитизации.

По петрографическому составу вулканогенная формация подразделена на две субформации: эффузивов основного и среднего состава и вулканогенно-осадочную.

Субформация эффузивов основного и среднего состава (D)

Эффузивы основного и среднего состава представлены плагиоклазовыми порфиритами и выходят на дневную поверхность в виде небольшого массива западнее оз. Первое.

Физико-механические свойства порфиритов представлены в таблице 27:

Таблица 27

Наименование показателей	Прочные	Средней прочности	Малопрочные
Плотность, г/см ³	2,71	2,64	2,54
Предел прочности:			
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	87,5	52,0	20,7
- в водонасыщенном состоянии, МПа	71,3	27,4	8,2
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,724	0,57	0,29

Вулканоогенно-осадочная субформация

Вулканоогенно-осадочные отложения на дневную поверхность в пределах территории города не выходят, имеют довольно сложное внутреннее строение, характеризующееся частым переслаиванием диабазов, порфиринов с прослоями красноцветных и серых песчаников, гравелитов, туффитов, мелкогалечных конгломератов, углисто-кремнистых, кварцево-серецитовых и глинистых сланцев.

Физико-механические свойства песчаников и туфопесчаников представлены в таблице 28:

Таблица 28

Наименование показателей	Прочные	Средней прочности	Малопрочные
Плотность, г/см ³	2,58	2,58	2,39
Предел прочности:			
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	93,2	73,3	34,1
- в водонасыщенном состоянии, МПа	63,7	37,2	9,9
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,728	0,52	0,33

Физико-механические свойства алевролитов и туфоалевролитов представлены в таблице 29:

Таблица 29

Плотность, г/см ³	2,75
Предел прочности:	
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	146,0
- в водонасыщенном состоянии, МПа	127,0
Водопоглощение, д.ед	0,11

Магматическая средне-верхнепалеозойская формация

Породы данной формации по геолого-петрологическим особенностям подразделяются на три субформации: гранитоидную, габброидную и серпентинитов.

Гранитоидная субформация (Pz)

Гранитоидная субформация пользуется широким развитием и занимает большую часть территории города. В данную субформацию входят, породы Челябинского и Кременкульского интрузивных комплексов, которые слагают Челябинскую гранитоидную интрузию (плутон).

Скальные грунты комплекса фрагментами выходят на дневную поверхность и занимают южную, западную и северо-западную части города, представлены кварцевыми диоритами, гранодиоритами и гранитами.

Физико-механические свойства гранитоидов представлены в таблице 30:

Таблица 30

Наименование показателей	Прочные	Средней прочности	Малопрочные
Плотность, г/см ³	2,68	2,58	2,34
Предел прочности:			
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	108,6	54,2	9,9
- в водонасыщенном состоянии, МПа	78,9	34,8	5,4
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,74	0,66	0,54

Габброидная субформация

Скальные грунты на дневную поверхность изученной территории не выходят. К габброидной субформации отнесены интрузивный массив (габбро, амфиболит, пироксенит), расположенный западнее пос. Новосинеглазово.

Физико-механические свойства габброидов представлены в таблице 31:

Таблица 31.

Плотность, г/см ³	3,61
Предел прочности:	
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	282,5
- в водонасыщенном состоянии, МПа	260,6

Серпентинитовая субформация

К серпентинитовой субформации отнесены тела серпентинитов, приуроченные к Челябинской тектонической зоне и имеющие форму узких линз субмеридионального простирания, не выходящих в пределах города на дневную поверхность.

Физико-механические свойства серпентинитов представлены в таблице 32:

Таблица 32.

Плотность, г/см ³	2,61
Предел прочности:	
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	93,8
- в водонасыщенном состоянии, МПа	53,3

Метаморфическая формация

Породы метаморфической формации выделяются в центральной части города (район улиц Воровского, Елькина, проспект Ленина), на дневную поверхность не выходят.

В составе толщи преобладают мусковит-биотитовые плагиогнейсы. Породы интенсивно трещиноватые, основное направление трещин совпадает с гнейсоватостью.

Физико-механические свойства гнейсов, гранитогнейсов представлены в таблице 33:

Таблица 33.

Наименование показателей	Прочные	Средней прочности	Малопрочные
Плотность, г/см ³	2,66	2,60	2,39
Предел прочности:			
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	128,9	60,9	19,9
- в водонасыщенном состоянии, МПа	88,9	31,7	8,4
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,70	0,54	0,40

Инженерно-геологические формации кайнозойского чехла

Осадки мезо-кайнозойского чехла почти повсеместно перекрывают породы складчатого фундамента.

В главе дается геолого-литологическая характеристика и физико-механические свойства грунтов формаций мезо-кайнозойского чехла. Отложения этих формаций представлены крупнообломочными, песчаными и пылевато-глинистыми грунтами. Грунты, в основном, непосадочные, ненабухающие, непучинистые. При наличии этих свойств у отдельных типов грунтов они указаны при их характеристике.

Техногенная формация (tQ)

Техногенные (искусственные) грунты широко развиты по всей описываемой территории, особенно, в пределах городской застройки и промышленных зонах.

Техногенные отложения на территориях промышленных зон представлены, в основном, шлакоотвалами и гидрозолоотвалами. Шлакоотвалы формируются около площадок промышленных предприятий, имеют неравномерную плотность и сжимаемость, высота их колеблется в пределах от 2,5 до 20 метров; физико-механические свойства, практически, не изучены. Гидрозолоотвалы относятся к намывным грунтам и представлены механической смесью золы с примесью шлака, формовочного песка, угольной пыли, суглинка; мощность их до 8 метров.

На остальной территории города насыпные грунты относятся к планомерно возведенным насыпям либо большей частью к свалкам грунтов и отходов производств отсыпанных сухим способом.

Планомерно возведенные насыпи и подсыпки (подушки) характеризуются практически однородным составом, сложением и равномерной сжимаемостью. В городе это, в основном, насыпи железных и автомобильных дорог; высота их от 0,5 до 8 метров.

Свалки представлены суглинистыми, песчаными и крупнообломочными грунтами с примесью строительного мусора, отходами промышленного производства и бытовыми отходами, содержащими, как правило, органику, что порождает крайнюю степень неоднородности физико-механических свойств; мощность их от 0,0 до 16 метров. На инженерно-геологической карте показаны насыпные грунты мощностью более 3-4 метров.

Континентальная терригенная формация

Полигенетическая плиоцен-четвертичная субформация

Четвертичные отложения развиты на всей территории города и тонким чехлом перекрывают более древние образования. Они представлены различными генетическими типами отложений (аллювиальными, озёрными, биогенными, полигенетическими), сформированными в различных условиях на протяжении четвертичного периода. Образования характеризуются пёстрым литологическим составом, невыдержанностью разрезов по простиранию и различными физико-механическими свойствами.

Покровные отложения проблематичного генезиса

Покровные отложения проблематичного генезиса (prQ) - "покровные суглинки" - сплошным чехлом перекрывают отложения от голоцена до палеозоя и образовались в результате воздействия различных экзогенных факторов на породы, ныне залегающие в основании этих грунтов. На инженерно-геологической карте формаций мезо-кайнозойского чехла покровные отложения сняты.

Суглинки, реже глины, буровато-желтые, бурые, с карбонатными стяжениями, изредка с включениями гравия, дресвы и щебня, попадающими в них из нижележащих отложений, прослойками песка.

Суглинки почти повсеместно встречаются на склонах и водораздельных пространствах; мощность в среднем находится в пределах 2 - 3 метров при максимуме 6 и минимуме 0,5 м - 1,5 м.

Физико-механические свойства грунтов приводятся в таблице 34:

Таблица 34.

Наименование показателей	Суглинки	Глины
Влажность, д.ед.	0,18	0,20
Число пластичности, д.ед.	0,14	0,20
Консистенция	<0	<0
Плотность, г/см ³	1,92	1,97
Коэффициент пористости, д.ед.	0,68	0,66

Параметры консолидированного среза при природной влажности		
Удельное сцепление, кПа	48	57
Угол внутреннего трения	23	19
Параметры консолидированного среза при водонасыщении		
Удельное сцепление, кПа	26	36
Угол внутреннего трения, град.	22	18
Модуль деформации, МПа	18	20

Биогенные отложения (bQ).

Биогенные отложения обычно перекрывают озёрные и аллювиальные осадки. Они представлены торфами и заторфованными грунтами и распространены в поймах рек Миасс, Игумена и на побережьях озёр Первого и Смолино.

Торф чёрный, чёрно-бурый, средне- и сильноразложивший, с прослойками песка и заторфованной глины; мощность до 1,5 м, в пойме р. Игуменки до 3,5 м.

Суглинки и глины заторфованные, черные, синевато-черные, от туго- до текучепластичной консистенции; мощность до 3,5 м.

Физико-механические свойства торфа приведены в таблице 35:

Таблица 35

Влажность, д.ед.	1,17-6,89
Плотность, г/см ³	0,83-1,68
Коэффициент пористости, д.ед.	3,16-7,85

Физико-механические свойства глин заторфованных приводятся в таблице 36:

Таблица 36.

Влажность, д.ед.	0,37
Число пластичности, д.ед.	0,22
Консистенция	тугопластичные
Плотность, г/см ³	1,70
Коэффициент пористости, д.ед.	1,01
Параметры консолидированного среза при водонасыщении	

Удельное сцепление, кПа	23
Угол внутреннего трения, град.	17
Модуль деформации, МПа	8

Озерные отложения (IQ)

Озёрные отложения залегают в понижениях рельефа и приурочены, в основном, к современным акваториям озёр: Первое, Смолино, Исаково, Синеглазово, гипсометрически расположенных на разных отметках.

Эти отложения представлены суглинками, глинами с прослоями песка (цвет от серого до чёрного), а на отдельных участках есть слои песков, в основном, мелких, а также песков средней крупности, гравелистых (цвет зеленовато-серовато-бурый). Наличие прослоев песка среди глин и прослоев глин среди песков указывает на неоднократные смены гидрологического режима в бассейнах сноса и седиментации.

Залегают они на элювиальных глинистых образованиях по песчаникам, палеогеновых глинах, перекрываясь на отдельных участках маломощными бурыми полигенетическими суглинками. В северной части озера Смолино на отдельных рукавообразных участках они размыты и перекрыты русловым аллювием речки Поганки.

Мощность озерных отложений до 10 м.

Физико-механические свойства суглинков приводятся в таблице 37:

Таблица 37.

Наименование показателей	твердые	полутвердые	тугопластичные	мягкопластичные
Влажность, д.ед.	0,17	0,21	0,22	0,23
Число пластичности, д.ед.	0,13	0,14	0,14	0,12
Плотность, г/см ³	1,96	2,03	2,01	2,01
Коэффициент пористости, д.ед.	0,62	0,63	0,67	0,67
Параметры консолидированного среза при водонасыщении				
Удельное сцепление, кПа	28	29	23	21
Угол внутреннего трения	21	21	21	21
Модуль деформации, МПа	15	15	14	12

Физико-механические свойства суглинков приводятся в таблице 38:

Таблица 38

Наименование показателей	твердые	полутвердые	тугопластичные
Влажность, д.ед.	0,25	0,30	0,26
Число пластичности, д.ед.	0,21	0,25	0,20
Плотность, г/см ³	1,98	1,93	1,97
Коэффициент пористости, д.ед.	0,74	0,83	0,76
Параметры консолидированного среза при водонасыщении			
Удельное сцепление, кПа	25-57	42	30
Угол внутреннего трения	18	17	18
Модуль деформации, МПа	11-23	22	11

Физико-механические свойства песков приводятся в таблице 39:

Таблица 39

Наименование показателей	мелкие	средней крупности	гравелистые
Влажность, д.ед.	0,11	0,04	0,08
Плотность минеральной части, г/см ³	2,70	2,68	2,66
Плотность, г/см ³	1,78	1,70	1,78
Удельное сцепление, кПа	3	2	2
Угол внутреннего трения	34	38	38
Модуль деформации, МПа	32	40	40

Аллювиальные отложения речных долин (аQ)

К осадкам данного комплекса относятся отложения низкой и высокой пойм, а также аллювий надпойменных террас.

Аллювиальные отложения высокой и низкой поймы рек Миасс и Игуменки, картируются в виде полос шириной от 0,05 до 1 км.

Аллювий поймы р.Миасс имеет большей частью двучленное строение:

- верхняя часть разреза сложена преимущественно суглинками серо-бурыми, зеленовато-серыми, буро-желтыми, с галькой до 10%, мощностью до 2,8 м, которые местами замещаются глинами частично заторфованными, а изредка перекрываются торфами;

- в основании аллювия залегают пески от гравелистых до пылеватых с преобладанием песков средней крупности; плотность сложения обычно определяется

как средняя; мощность находится в пределах 0,9 - 4,0 метров; в основании горизонта песков отмечаются линзы галечных и гравийных грунтов с песчаным и суглинистым заполнителем мощностью 0,2 - 2,5 метров. Суммарная мощность аллювия 0,8 - 6,0 метров.

Аллювий р. Игуменки представлен суглинками, реже глинами, бурыми, темно-серыми, иногда тонко переслоёнными песками, мощностью 1,5-4,4 м, с редкими линзами кварц-полевошпатовых песков, в основном средней крупности, мощностью 0,4 - 2,8м; суммарная мощность описываемых отложений колеблется в пределах 0,5 - 5,0 метров.

Аллювий надпойменных террас включает нерасчленённые отложения фрагментов камышловской и исетской террас. Изученные разрезы, также, как и отложения поймы, имеют двучленное строение.

Нижняя (базальная) пачка представлена гравийно-галечными отложениями с песчаным заполнителем, образующими плоские линзы мощностью до 4,5 м и песками преимущественно гравелистыми серого, буровато-серого цвета, линзами и прослоями песков средней крупности и пылеватых, реже мелких и крупных; мощность песчаных грунтов достигает 10 метров.

Верхняя пачка представлена суглинками, реже глинами, бурыми, серовато-бурыми, коричневыми, желто-бурыми, с тонкими прослоями песков, с редкой галькой, с карбонатными стяжениями; в низах разреза отмечаются линзы глин зеленовато-серых; мощность отложений колеблется от 2,0 до 9,0 метров.

Аллювиальные отложения террас залегают на цоколе палеозойских пород и в тыловом шве примыкают к полигенетическим отложениям бортов речных долин или коренному берегу.

Физико-механические свойства песков приводятся в таблице 40:

Таблица 40

Наименование показателей	пылеватые	мелкие	средней крупности	крупные	гравелистые
Влажность, д.ед.	0,19	0,16	0,06-0,22	0,12	0,13
Плотность минеральной части,	2,67	2,67	2,68	2,68	2,69

г/см ³					
Плотность, г/см ³					
- рыхлого	1,22	1,29	1,31	1,32	1,32
- плотного	1,56	1,58	1,62	1,66	1,67
Коэффициент пористости	0,47	0,59	0,60	0,67	0,52
Удельное сцепление, кПа	0,8-2,1	0,9-1,5	0,1-1,5	0,0	0,0
Угол внутреннего трения	29	29	29	29	32
Модуль деформации, МПа	20	24	30	30	30

Физико-механические свойства крупнообломочных грунтов приводятся в таблице 41:

Таблица 41

Наименование показателей	Гравийный грунт	Галечниковый грунт
Влажность, д.ед.	0,08	0,15
Плотность, г/см ³		
- рыхлого	1,52	
- плотного	1,81	
Удельное сцепление, кПа	0,5-1,0	0,1
Угол внутреннего трения	29-35	35
Модуль деформации, МПа	29	30

Физико-механические свойства суглинков и глин приводятся в таблице 42:

Таблица 42.

Наименование показателей	суглинки		глины
	полутвердые	тугопластичные	полутвердые
Влажность, д.ед.	0,21	0,19	0,26
Число пластичности, д.ед.	0,13	0,13	0,21
Плотность, г/см ³	1,95	2,05	1,94
Коэффициент пористости, д.ед.	0,69	0,59	0,77
Параметры консолидированного среза при природной влажности			
Удельное сцепление, кПа	32	28	38
Угол внутреннего трения	22	22	17
Параметры консолидированно-			

го среза при водонасыщении			
Удельное сцепление, кПа	23	20	
Угол внутреннего трения	21	22	
Модуль деформации, МПа	18	8	19

Полигенетические отложения в бортах речных долин (рlQ)

Полигенетические отложения слагают борта речных долин и выполняют эрозийные ложбины древней речной сети. В бортах речных долин эти отложения представлены монотонной толщей суглинков, а в ложбинах преимущественно глинами бурыми, светло-бурыми, желтовато и красновато-бурыми, коричневыми, красными, с галькой и гравием до 10% равномерно рассеянными по всему разрезу; в основании разреза могут встречаться линзы песков разной крупности и гравийных грунтов мощностью 0,7 м - 2,5 м; в кровле отмечаются известковистые конкреции и стяжения, а по всей мощности бобровины гидроокислов железа и марганцовистые примазки; мощность всей толщи до 20-25 метров. Залегают грунты на элювиальных отложениях мезозоя в западной части территории и на отложениях палеогена в восточной.

Физико-механические свойства суглинков и глин приводятся в таблице 43:

Таблица 43

Наименование показателей	Суглинки твердые	Глины твердые
Влажность, д.ед.	0,23	0,24
Число пластичности, д.ед.	0,14	0,20
Плотность, г/см ³	1,91	1,96
Коэффициент пористости, д.ед.	0,77	0,74
Параметры консолидированного среза при природной влажности		
Удельное сцепление, кПа	52	49
Угол внутреннего трения	22	20
Параметры консолидированного среза при водонасыщении		
Удельное сцепление, кПа	33	33
Угол внутреннего трения	20	20
Модуль деформации, МПа	17	18

Аллювиально-пролювиальная олигоцен-плиоценовая субформация (арP₃-N).

Входящие в описываемую субформацию грунты образовались в миоценовое время в результате плоскостного смыва элювия и рыхлых осадков с возвышенностей, склонов и заполнении ими прилегающих впадин; кроме того, осадконакопление шло в периодически высыхающих озёрных бассейнах, частично унаследованных с олигоцена; в плиоцене шло накопление аллювиальных отложений, слагающих самую высокую цокольную террасу современных рек. Залегают они на образованиях мезозойской коры выветривания и олигоценых осадках, перекрываясь четвертичными отложениями.

Отложения данной субформации широко развиты в северо-западной части описываемой территории, где они приурочены к понижениям древнего рельефа, заполняя эрозионные депрессии. В виде пятен и узких полос, вытянутых в субмеридиональном направлении, эти отложения отмечаются в центральной части площади. На востоке они наиболее развиты на участке между озёрами Смолино и Первое.

Описываемая толща сложена преимущественно глинами, белыми, светло-серыми, желтовато-серыми, желтыми, красно- и коричневатобурными, при неравномерной по тону или интенсивности окраске обычно называемых "пестроцветными", которые местами, но довольно редко, переходят в суглинки; маломощные линзы песков, располагаясь в различных частях разреза и явно преобладая в основании, встречаются лишь эпизодически; характерным считается наличие железистого бобовника и рассеянной по всему разрезу кварцевой гальки; мощность достигает, вероятно, 15-20 метров, но чаще находится в пределах 5 м - 10 м.

Физико-механические свойства глин приводятся в таблице 44:

Таблица 44

Наименование показателей	твердые	полутвердые
Влажность, д.ед.	0,22	0,25
Число пластичности, д.ед.	0,22	0,23
Плотность, г/см ³	1,98	1,99
Коэффициент пористости, д.ед.	0,68	0,72
Параметры консолидированного среза при природной влажности		

Удельное сцепление, кПа	59	57
Угол внутреннего трения	18	18
Параметры консолидированного среза при водонасыщении		
Удельное сцепление, кПа	52	40
Угол внутреннего трения	18	17
Модуль деформации, МПа	21	18

Физико-механические свойства суглинков приводятся в таблице 45:

Таблица 45

Наименование показателей	твердые	полутвердые
Влажность, д.ед.	0,20	0,21
Число пластичности, д.ед.	0,14	0,14
Плотность, г/см ³	1,96	2,00
Коэффициент пористости, д.ед.	0,67	0,64
Параметры консолидированного среза при природной влажности		
Удельное сцепление, кПа	47	36
Угол внутреннего трения	23	23
Параметры консолидированного среза при водонасыщении		
Удельное сцепление, кПа	29	30
Угол внутреннего трения	21	22
Модуль деформации, МПа	20	17

Озерно-аллювиальная олигоценая субформация (IaP₃).

Отличительной особенностью данной субформации является широкое развитие песчаных отложений озерно-аллювиального генезиса.

Отложения субформации подразделяются на три стратиграфо-литологических комплекса: песчаные и крупнообломочные грунты; переслаивание песков и глин; пески. По составу пески мономинеральные, состоящие на 95-100% из окатанных зерен кварца; лишь в пылевой фракции отмечаются калиевые полевые шпаты до 15%, графит - 3-5% и минералы тяжелой фракции - 2-5%. Глинистые осадки верхнего олигоцена состоят из минералов группы каолинита, возможна также примесь монтмориллонита.

Песчаные и крупнообломочные грунты распространены на водоразделе левого бережья реки Миасс (микрорайоны 2-9). Строение этой аллювиальной толщи отличается большой пестротой. Пески и крупнообломочные грунты развиты в виде линз, в некоторых случаях довольно мощных и выдержанных слоев фациально замещающих друг друга. Пески желтые, оранжевые, серые, белые, желто-бурые, полимиктовые с преобладанием кварцевых, от пылеватых до гравелистых, доминируют пески средней крупности, средней плотности, с прослоями и линзами мощностью до 2 метров суглинков и глин темно-серых и белых с зеленоватым и желтоватым оттенком; мощность песков от 0,5 до 9,0 метров. Крупнообломочные отложения представлены гравийными и галечными грунтами желтого и желто-бурого цвета, с песчаным и суглинистым заполнителем от 10 до 30%; мощность 0,5 м - 8,0 м. В разрезе песчано-гравийной толщи отмечаются линзы и прослой железистых песчаников. Залегают осадки этого комплекса с резким размывом на элювиальных суглинках коры выветривания и перекрываются пестроцветными глинами олигоцен-плиоценовой субформации или четвертичными "покровными" суглинками.

Комплекс тонкопереслаивающихся песков и глин имеет ограниченное распространение в толще осадков олигоценовой субформации. Отмечаются эти отложения в восточной и юго-восточной частях городской территории, в виде вытянутых полос субмеридианального простирания, занимающих как верхи, так и низы в разрезе песчаной толщи. Представлен горизонт переслаиванием песков серых, желтых, мелких и средней крупности с глинами серыми, желтовато-серыми; по всей толще отмечаются линзы глин. Общая мощность толщи до 4 м - 6 м, очень редко до 10 м.

Наибольшее площадное распространение в данной субформации имеют пески, которые занимают западную часть города (Градский прииск и далее на юг) и восточную часть (от северной до южной границы). Пески серые, желтые, белые, иногда оранжевые (в западной части), от крупных до пылеватых, с явным преобладанием мелких и средней крупности, с редкими линзами (мощностью 0,5 м - 3,0

м.) гравийного грунта, с прослоями (мощностью 0,2 м - 3,0 м) глин серых, желтовато-серых, белых и шоколадных. Мощность толщи песков в западной части города достигает 8 м - 10 м и залегают они на коре выветривания гранитоидов. В восточной части территории, где пески залегают на морских отложениях олигоцена и эоцена с резким размывом, мощность их крайне не выдержана: то она достигает 30 м - 35 м, то снижается до нескольких метров, то вовсе выклинивается.

Физико-механические свойства песков приводятся в таблице 46:

Таблица 46

Наименование показателей	пылеватые	мелкие	средней крупности	крупные	гравелистые
Влажность, д.ед.	0,16	0,10	0,10	0,06	0,07
Плотность грунта, г/см ³	1,70	1,68	1,69	1,72	1,81
Плотность, г/см ³ - рыхлого	1,26	1,22	1,25	1,24	1,24
- плотного	1,51	1,51	1,58	1,62	1,62
Коэффициент пористости	0,65	0,65	0,69	0,55	0,58
Удельное сцепление, кПа	8	7	8	7	7
Угол внутреннего трения	24	31	30	30	30
Модуль деформации, МПа	28	32	32	34	39

Физико-механические свойства крупнообломочных грунтов приводятся в таблице 47:

Таблица 47.

Наименование показателей	Гравийный грунт	Галечниковый грунт
Влажность, д.ед.	0,08	
Плотность, г/см ³	1,81	
Удельное сцепление, кПа	2	0,6
Угол внутреннего трения	28	30
Модуль деформации, МПа	31	38

Физико-механические свойства глин приводятся в таблице 48:

Таблица 48

Наименование показателей	полутвердые
Влажность, д.ед.	0,28
Число пластичности, д.ед.	0,25
Плотность, г/см ³	1,90
Коэффициент пористости, д.ед.	0,82
Параметры консолидированного среза при природной влажности:	
Удельное сцепление, кПа	44
Угол внутреннего трения	16
Параметры консолидированного среза при водонасыщении:	
Удельное сцепление, кПа	32
Угол внутреннего трения	16
Модуль деформации, МПа	11-15

Морская кремнисто-терригенная формация

Терригенная глинистая нижнеолигоценовая субформация (mP₃).

Данной субформации отвечают в полном объеме отложения чеганской свиты, которые залегают в верхах разреза морской кремнисто-терригенной формации. Образование субформации связано с проявлением тектонических движений альпийской фазы складчатости, в результате которой началось отступление в северо-восточном направлении Западно-Сибирского морского бассейна и его обмеление. На всей площади отлагалась однообразная толща осадков, представленная глинами зеленовато-серыми, синевато-серыми, желтовато-зелеными, серовато-желтыми, бейделитовыми, с тончайшими присыпками кварцевого алеврита по плоскостям напластования, подчеркивающими характерную для них листоватую текстуру, с включениями кристаллов гипса и стяжениями марказита. Описываемые отложения залегают согласно на диатомовых глинах ирбитской свиты среднего-верхнего эоцена. На западе, в прибрежных частях чеганского бассейна, и в юго-восточной части исследуемой территории имеют место перерывы в осадконакоплении. Перекрываются глины нижнего олигоцена континентальными

образованиями среднего олигоцена, полигенетическими и озерными осадками четвертичного возраста.

В пределах межозерной впадины кровля чеганских глин залегает на глубине 15 м - 20 м и постепенно повышается к западу и востоку до глубины 0,5 м - 5 м (восточная и северная часть озера Смолино, восточный берег оз. Первого и далее на юг). На севере (в районе пос. Аэропорт) кровля глин отмечается на глубине около 4 метров.

Мощность отложений зависит от глубины вреза залегающих стратиграфически выше олигоценых песков, а в прибрежных частях палеогенового морского бассейна и от рельефа дна, которое довольно точно определяется кровлей докайнозойских отложений; по имеющимся отрывочным данным мощность субформации, определенная путем построений, изменяется от 0,0 м до 20 м.

Физико-механические свойства глин приводятся в таблице 49:

Таблица 49

Наименование показателей	твердые	полутвердые
Влажность, д.ед.	0,39	0,36
Число пластичности, д.ед.	0,35	0,41
Плотность, г/см ³	1,86	1,85
Коэффициент пористости, д.ед.	0,99	1,01
Параметры консолидированного среза при природной влажности		
Удельное сцепление, кПа	62	41
Угол внутреннего трения	11	13
Модуль деформации, МПа	15	12

По величине относительного набухания опивываемые глины характеризуются как слабо и средненабухающие, участками сильнонабухающие. Величина относительного набухания изменяется в пределах 0,04-0,171, влажность набухания - 0,40-0,72, давление набухания - 0,05-0,62 МПа, относительная усадка - 0,02-0,29.

Кремнисто-глинистая эоценовая субформация (mP₂)

Литологически образования субформации четко разбиваются на две фации - кремнистые глины (ирбитская свита) и опоки (серовская свита).

Отложения ирбитской свиты представлены диатомовыми и трепеловидными глинами, реже диатомитами, зеленовато-синевато-серыми, пластичными, высокопористыми. Глины ирбитской свиты распространены, в основном, в восточной части исследуемой территории, где мощность достигает 30-35 метров; отдельные фрагменты этих глин отмечаются у западной границы города мощностью до 11 метров. Перекрываются диатомовые глины, как правило, глинами чеганской свиты. В западной, южной и юго-восточной частях района, где чеганские глины размыты, глины ирбитской свиты перекрываются более молодыми осадками олигоцен-четвертичного возраста.

В низах кремнисто-глинистой субформации залегают опоки серовской свиты, представляющие из себя плотную, полускальную пористую породу желто-серого, светло-серого цвета, с неровным раковистым изломом. Опоки иногда переходят в кремнистые глины, аналогичные описанным в ирбитской свите; характер взаимоотношений между опоками, диатомовыми и трепеловидными глинами на исследуемой территории до сих пор не изучен, поскольку свита на полную мощность вскрыта лишь в нескольких скважинах, пройденных для целей водоснабжения, однако в регионах Западно-Сибирской низменности глинистые разности характерны для верхов свиты. В толще опок присутствуют прослои глауконит-кварцевого песчаника на опоково-кремнистом цементе, алевролиты и конгломераты. Часто опоки разрушены о состоянии щебенистых грунтов.

Отложения серовской свиты залегают на породах палеозоя и триаса, а в крайних западных частях площади развития на коре выветривания. Перекрывается серовская свита осадками среднего-верхнего эоцена. Мощность нижнеэоценовых осадков, определенная по единичным пересечениям изменяется в пределах 31 м - 61 м. Близ дневной поверхности опоки залегают юго-западнее озера Смолино, вдоль западного берега озера Первого.

Физико-механические свойства глин приводятся в таблице 50:

Таблица 50

Наименование показателей	полутвердые	тугопластичные
Влажность, д.ед.	0,52	0,64

Число пластичности, д.ед.	0,26	0,35
Плотность, г/см ³	1,61	1,57
Коэффициент пористости, д.ед.	1,56	1,67
Параметры консолидированного среза при природной влажности		
Удельное сцепление, кПа	51	48
Угол внутреннего трения	21	20
Параметры консолидированного среза при водонасыщении		
Удельное сцепление, кПа	38	36
Угол внутреннего трения	18	17
Модуль деформации, МПа	12	10

Для глин эоценовой субформации характерным является значительное возрастание показателя текучести (консистенции) при нарушении природного сложения и, как следствие этого, резкое уменьшение величин прочностных и деформационных характеристик.

Физико-механические свойства крупнообломочных грунтов приводятся в таблице 51:

Таблица 51

Наименование показателей	Щебенистый грунт (опока)
Коэффициент выветрелости	0,36
Плотность, г/см ³	1,64
Удельное сцепление, кПа	2
Угол внутреннего трения	29
Модуль деформации, МПа	18

Физико-механические свойства опок представлены в таблице 52:

Таблица 52

Наименование показателей	
Плотность, г/см ³	1,98
Предел прочности:	
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	64,7
- в водонасыщенном состоянии, МПа	49,6
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,78

Отрицательной чертой опок является их слабая морозостойкость. Они выдерживают не более 2 - 4 циклов замораживания.

Физико-механические свойства песчаников на опоковом цементе представлены в таблице 53:

Таблица 53

Наименование показателей	
Плотность, г/см ³	1,96
Предел прочности:	
- в воздушно-сухом состоянии, МПа	69,1
- в водонасыщенном состоянии, МПа	56,6
Коэффициент размягчаемости, д.ед	0,79

Элювиальная мезозойская формация (eMz).

Образования мезозойского возраста широко распространены на территории города и представлены остаточными корами выветривания палеозойских пород.

Отложения кор выветривания приурочены к водораздельным пространствам, где они залегают под маломощным покровом четвертичных отложений, реже под морскими и континентальными осадками палеогена. В восточной части города кора выветривания погребена под мощной толщей палеогеновых отложений.

Наибольшим распространением каолиновая кора выветривания пользуется в северо-западной части города мощность ее колеблется от 4 до 25 метров, в среднем 10-20 метров. Колебания мощности, в основном, зависят от уровня эрозионного среза, так в долине р. Миасс она, обычно, отсутствует, а максимум отмечается на водоразделах. В вертикальном разрезе всегда наблюдается постепенный переход от бесструктурной коры выветривания к монолитным породам, причем переход идет через структурную кору, дресву, щебень, сильно выветрелые породы.

На правобережье реки Миасс, в южной части города, мощность элювиальных образований колеблется от 1 м до 6 м, в среднем 2 - 3 м и представлены они щебенистыми и дресвяными грунтами с пятнами суглинистых грунтов.

Линейные коры выветривания приурочены к зонам тектонических нарушений и контактам разнородных пород, мощность их достигает 35,8 м.

При анализе материалов изысканий отмечено, что, хотя процессам выветривания подвергнуты все, без исключения, разновидности палеозойских пород, интенсивность их выветривания различна, и видимо, зависит от петрографического состава, возраста и взаимоотношений друг с другом.

Это позволяет производить расчленение элювиальной толщи на таксоны, определяемые инженерно-геологической классификацией грунтов, в соответствии с которой в ней выделяются суглинки, глины, дресвяные и щебенистые грунты.

Суглинки элювиальные светло-желтые, желтовато- и зеленовато-серые, желто-бурые, ржаво-желтые, красноватые, темно-сиреневые, твердые, часто со следами структур материнских пород, включениями и линзами дресвы и щебня, содержание может достигать 20-30% к подошве элювия, где суглинки могут постепенно переходить в крупнообломочные грунты; минералогический состав суглинков: каолинит, гидрослюды, кварц, иногда бейделит.

Щебенистые и дресвяные грунты состоят из разной степени выветрелых обломков материнских пород или зерен слагающих их минералов и заполнителя - суглинка элювиального, описанного выше.

По данным математической статистики грунт неоднородный, что объясняется особенностью строения элювиальной толщи, ее неравномерной выветрелостью.

Физико-механические свойства глин и суглинков приводятся в таблице 54:

Таблица 54

Наименование показателей	Суглинки твердые	Глины твердые
Влажность, д.ед.	0,21	0,24
Число пластичности, д.ед.	0,12	0,21
Плотность, г/см ³	1,86	1,80
Коэффициент пористости, д.ед.	0,77	0,91
Параметры консолидированного среза при природной влажности		
Удельное сцепление, кПа	37	46
Угол внутреннего трения	24	20
Параметры консолидированного среза при водонасыщении		
Удельное сцепление, кПа	29	31
Угол внутреннего трения	24	20
Модуль деформации, МПа	15	16

Физико-механические свойства крупнообломочных грунтов приводятся в таблице 55:

Таблица 55

Наименование показателей	Дресвяный грунт	Щебенистый грунт
Коэффициент выветрелости, д.ед	0,34	0,32
Плотность, г/см ³	2,09	2,40
Удельное сцепление, кПа	34	49
Угол внутреннего трения	29	31
Модуль деформации, МПа	36	40

Элювиальные грунты за время пребывания в открытом котловане подвергаются интенсивному дополнительному (атмосферному) выветриванию, что приводит к снижению прочностных и деформационных свойств, поэтому рекомендуется не подвергать их замачиванию и промерзанию.

2.3 Гидрогеологические условия

В соответствии с геолого-тектоническим и геоморфологическим строением территория г. Челябинска располагается в пределах двух гидрогеологических районов (западного и восточного), отличающихся как по условиям формирования, циркуляции и разгрузки, так и по химическому составу и режиму подземных вод. Гидрогеологические условия отражены на карте гидрогеологических условий приложения Б.

В пределах западного района, относящегося к Уральскому инженерно-геологическому региону, где преобладают скальные формации палеозоя, получили развитие трещинные и трещинно-карстовые воды со свободной поверхностью.

Отсутствие водоупорных пород в кровле водоносных горизонтов и комплексов, и слабая расчленённость рельефа на водоразделах способствуют инфильтрации атмосферных осадков и восполнению запасов подземных вод. Области питания в основном совпадают с областями распространения водоносных горизонтов

и комплексов. Глубина залегания подземных вод небольшая и изменяется от 0.0 м до 10-15 м. Уровни повторяют изменения рельефа в сглаженном виде. Общее направление движения подземных вод восточное с некоторыми отклонениями в сторону местного базиса эрозии р. Миасс.

Разгрузка происходит в долине р. Миасс по тальвегам логов. Водоносность пород связана с наличием экзогенной и эндогенной трещиноватой. Поэтому основными факторами, определяющими водообильность являются характер трещиноватости, физико-механический состав продуктов выветривания коренных пород, заполняющих трещины и многих других факторов.

Химический состав подземных вод западного района, в основном, гидрокарбонатно-кальциевый, минерализация не более 1 г/л.

Поровые воды в этом районе имеют ограниченное распространение и приурочены к аллювиальным отложениям р. Миасс. Кроме того, интенсивная застройка, прокладка различного рода коммуникаций, деятельность промышленных предприятий часто приводит к образованию верховодок.

Граница между западным и восточным районами проходит по западным берегам озер Первое, Смолино, Синеглазово, к востоку от которой палеозойские породы по региональному разлому резко уходят под мезо-кайнозойские отложения.

В восточном районе, который расположен в крайней западной части Западно-Сибирского региона и сложен горизонтально залегающими геологическими формациями и субформациями кайнозоя, преимущественным распространением пользуются пластовые напорные и безнапорные воды.

Почти горизонтальное залегание и чередование хорошо проницаемых пород со слабопроницаемыми обусловило наличие нескольких хорошо выдержанных водоносных горизонтов. Воды преимущественно напорные. Движение подземных вод направлено с запада на восток, в этом же направлении увеличивается и напор.

Источником питания служат атмосферные осадки и подземные воды контактирующих водоносных горизонтов и комплексов палеозойских образований. Не-

малую толику в балансе питания составляют утечки из водонесущих коммуникаций промышленных предприятий и коммунального хозяйства.

Областью питания являются площади выхода водоносных горизонтов на дневную поверхность. Область разгрузки водоносных горизонтов находится за пределами рассматриваемого района. Почти горизонтальное залегание водоносных горизонтов, наличие водоупоров и значительное удаление области питания от области разгрузки затрудняют циркуляцию подземных вод, что приводит их к засолению. Частая фациальная изменчивость литологического состава вмещающих пород обусловила наличие подземных вод спорадического распространения и неравномерную их водоносность.

2.4 Опасные геологические и инженерно-геологические процессы и явления

На территории г. Челябинска выявлены следующие опасные инженерно-геологические процессы:

- подработанные территории разработкой полезных ископаемых подземным способом;
- процессы подтопления и достаточно интенсивного образования промышленных и бытовых отходов сопутствуют как застройке и благоустройству территорий, так и организации производственной деятельности;
- карстовые процессы

Подработка

Опасность процессов сдвижения пород при разработке месторождений золота для зданий и сооружений на Шершневском месторождении золота, которое расположено на западных окраинах г. Челябинска, предназначенных для массовой застройки изучена достаточно хорошо.

Развитие золотодобычи на Шершневских золото - мышьяковых месторождениях началось в 50-х годах прошлого века и с перерывами продолжалось в течение почти 100 лет.

Месторождение, площадь которого около 23 кв. км, протягивается в северо-западном направлении от д. Шершни до д. Моховички, имея протяженность около 6-7 км при средней ширине 3-5 километров.

На основании изучения фондовых и архивных материалов установлено, что разработка месторождения осуществлялась "хозяйским" и "старательским" способами.

На части месторождения установлено, что с наибольшей интенсивностью горные работы производились на участках разработки рудных жил и россыпей, где и следует ожидать наиболее интенсивных процессов сдвижения пород.

Менее интенсивны они на участках проведения поисковых и разведочных работ, где, естественно, снижается интенсивность процессов сдвижения.

Остальная часть Шершневого месторождения классифицирована как площадь предполагаемого распространения подземных горных работ и, следовательно, процессов сдвижения.

Участки разработки и разведки рудных жил, где старые выработки расположены на глубинах, при которых возможно образование провалов, относятся к категории территорий, непригодных для застройки.

Площадь предполагаемого распространения подземных горных работ с тех же позиций может быть отнесена к категории территорий, временно непригодных для застройки. При выполнении дополнительных инженерно-геологических изысканий вся эта территория или часть ее могут быть признаны пригодными для строительного освоения.

Не исключено, что такая же процедура возможна и для участков разработки и разведки рудных жил: во-первых, процессы сдвижения со временем затухают, во-вторых, опасность провалов может быть снижена после выполнения комплекса изыскательских и научных работ.

Подтопление

Подтопление один из самых широко развитых и опасных процессов на территории города Челябинска. Выяснение причин подтопления, его прогноз и прове-

дение мероприятий по предотвращению - большая и сложная задача, заниматься которой необходимо постоянно.

Возникновение рассматриваемого процесса на территории города обусловлено ее геолого-структурными особенностями, строительным и промышленным освоением площадей и, как следствие, изменением геологической среды.

Первым определяющим фактором к возникновению процесса подтопления является широкое развитие в пределах городской территории слабопроницаемых грунтов в верхах разреза. Так в западной части города распространены суглинистые отложения мезозойских кор выветривания, а в восточной, наряду с хорошо дренируемыми площадями развития верхнеолигоценовых песков, имеются довольно обширные территории, занятые глинистыми отложениями разного возраста. Сложный геологический разрез, наличие слоев с различной проницаемостью приводит к образованию вначале локальных водоносных горизонтов типа "верховодок", которые в результате влияния второго фактора - техногенного воздействия - смыкаются и образуют гидрогеологические тела, в конечном итоге, достигающие первого от поверхности водоносного горизонта.

В результате анализа материалов изысканий прошлых лет выделены участки с глубиной залегания уровня грунтовых вод 0 - 2 м, 2 - 5 м и более 5 м. Площади с глубиной залегания зеркала грунтовых вод от 0.0 до 2.0 м с учетом амплитуд колебаний уровня находятся в подтопленном состоянии. Участки, где глубина залегания зеркала подземных вод изменяется в пределах от 2.0 м до 5.0 м являются потенциально подтопляемыми, т.к. в результате износа водонесущих коммуникаций, техногенная составляющая питания подземных вод имеет тенденцию к увеличению и в результате подъема уровня возможен переход территории в подтопленное состояние. На пока незастроенных территориях, если не предусмотреть защитных мероприятий, на участках с глубиной залегания уровня 2-5 м можно ожидать развития процесса подтопления в самом недалеком будущем.

Учитывая тот факт, что в процессе градостроительного освоения территорий, избежать нарушения их водного баланса и, как следствие, существенных измене-

ний гидрогеологических условий не представляется возможным, необходимо дальнейшее изучение гидрогеологии Челябинска с целью прогнозирования процесса подтопления на уже конкретных участках.

Затопление

Множество гидрологических объектов на территории г. Челябинска предполагает существование периодически затапливаемых площадей в результате сезонных колебаний уровней в водотоках и водоемах. На изученной территории выделены участки, периодически затапливаемые в результате подъема уровней воды в реке и озерах.

С затопленными территориями в результате строительства Шершневого водохранилища необходимо согласиться как с реальностью, т.к. эксплуатация водохранилища ведется в течение 30 лет и в обозримом будущем будет продолжаться. В береговой зоне водохранилища, в результате регулирования уровня, периодически затапливаются небольшие площади в устье р. Сарызак и р. Чекинки. Какого-либо практического значения эти площади с точки зрения строительства не имеют, т.к. находятся в водоохранной зоне.

При весенних и паводковых попусках из водохранилища затоплению подвергаются ограниченные по площади участки низкой поймы р. Миасс. Сток реки зарегулирован и, поэтому, расширение площади затопления возможно лишь при катастрофических сбросах и прорыве плотины.

Затопление наблюдается в районе бывшего залива оз. Первое и севернее пос. Фатеевка. Причиной затопления здесь являются: в первом случае - сезонные колебания уровня в озере и наличие гидрозолоотвала ТЭЦ-2, ограждающие дамбы которого отсыпаны фильтрующими грунтами, во втором - гидозолоотвала ТЭЦ-1.

Особенно остро стоит проблема затопления территорий, прилегающих к озеру Смолино. Постоянное повышение уровня воды в озере в последние годы все более расширяют площади, отвоеванные озером у города. Причиной этого явления стало нарушение естественного гидрологического режима

Карст

Заключение о возможном развитии карстовых процессов на территории г. Челябинска сделано на основании выявления карбонатных пород - одного из компонентов геологической среды, необходимого для развития карста.

Карстовые процессы на территории города Челябинска, сложенной карбонатными породами, активно развивались в мезозое, когда известняки располагались в борту глубокого понижения, ныне занятого угленосными отложениями триаса, однако и тогда карстообразование отличалось небольшой интенсивностью.

Начиная с эоцена эта территория испытывала длительное погружение, на ее поверхности, возможно местами покрытой маломощными осадками происходило накопление морских глинистых отложений эоцена и нижнего олигоцена, а затем и мощной толщи континентально-морских песков олигоцена и континентальных глин олигоцена-неогена.

Естественно, что такое развитие способствовало залечиванию карстовых пустот различного размера, возникших на предыдущих этапах, а образовавшаяся на поверхности известняков толща глинистых, относительно водоупорных пород служила своеобразным щитом, предохраняющим их от воздействия основного карстообразующего фактора - подземных вод.

В четвертичное время описанная территория испытывала относительно большое поднятие лишь в узкой полосе, примыкающей с востока к Челябинской тектонической зоне, площадь которой составляет 30-40 кв. км.

В пределах этой полосы известняки нижнего карбона были выведены на поверхность, перекрывающие их глинистые отложения размывы и карстовые процессы получили возможность активизироваться.

По классификации Максимовича Г. А. территория города, примыкающая с востока к Челябинской тектонической зоне и сложенная нижнекаменноугольными известняками по степени устойчивости относительно карстовых провалов относится к территориям устойчивым.

3 РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ТИПИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА И ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫДЕЛЕННЫХ ТИПОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

3.1 Критерии типизации инженерно-геологических условий г. Челябинска

При осуществлении типизации инженерно-геологических условий территорий необходимо выполнить ряд операций:

- определить границы территории;
- изучить объект исследования;
- сделать выбор классификационных признаков типизации;
- выполнить оценку меры их неразличимости, т.е. шага деления признаков типизации;
- разместить признаки типизации по степени их значимости;
- разделить рассматриваемую территорию по принятым признакам;
- построить итоговую схему типизации инженерно-геологической обстановки территории.

Наиболее важными и существенными признаками типизации инженерно-геологических условий городских территорий для безаварийной эксплуатации зданий и сооружений являются те из них, которые характеризуют сложившиеся на период застройки природно-техногенные инженерно-геологические условия; вероятность (риск) изменения указанных условий, то есть проявлений опасных инженерно-геологических процессов, их активизации или новообразования. Отобранные таким образом факторы используются в качестве признаков для прогнозов вероятных изменений инженерно-геологических условий территории каждого инженерно-геологического типа под воздействием строительных объектов и иной хозяйственной деятельности человека. В связи с изложенным, выполнено инженерно-геологическое районирование территории г. Челябинска и выделены следующие инженерно-геологические типы: благоприятные, условно благоприятные и неблагоприятные районы.

Все выделенные районы, а также присущие им факторы отражены на схеме типизации инженерно-геологических условий г. Челябинска (Приложение В).

Основными таксонометрическими единицами послужили следующие факторы: геологическое строение территории, гидрогеологическая характеристика и наличие специфических грунтов и опасных природных процессов на исследуемой территории. В пределах территории г. Челябинска выделено 2 области.

Область I – Зауральский пенеппен, занимает западную часть территории г. Челябинска. Область сложена скальными грунтами геосинклинальной формации, в верхней части неравномерно выветрелых до пылевато-глинистых и крупно-обломочных грунтов и местами перекрытых различными грунтами континентальной формации.

Область Зауральского пенеппена наиболее благоприятная для застройки: ее рельеф обеспечивает достаточно эффективную эвакуацию поверхностных вод и не требует дополнительной инженерной подготовки, грунты инженерно-геологического массива пород являются надежными основаниями, способными при сравнительно простых конструкциях фундаментов воспринимать нагрузки как от высотных зданий, так и от тяжелых промышленных установок, подземные воды чаще всего залегают достаточно глубоко, опасные инженерно-геологические процессы развиты на ограниченных площадях.

В зависимости от мощности и строения инженерно-геологического массива пород, наличия опасных инженерно-геологических и геологических процессов в описываемой области выделяются районы и подрайоны.

Район I-1 характеризуется выходом скальных грунтов и их коры выветивания на дневную поверхность либо перекрытым маломощными покровными дисперсными грунтами. Подземные воды на большей территории района залегают на глубине более 3,0 м, за исключением участков речных долин. В пределах района по характеру залегания скального основания выделяется два подрайона. Подрайон I-1-а характеризуется выходом скальных грунтов на поверхность, особенностью подрайона I-1-б является неравномерное расположение кровли скального грунта,

расположенного под мощной толщей коры ее выветривания, часто встречаются «карманы выветривания».

Район I-2 характеризуется достаточно мощной толщей дисперсных отложений аллювиально-пролювиальной олигоцен-плиоценовая субформации (участок I-2-а) и аллювиальных отложений речной долины (участок I-2-б). На участке I-2-а подземные воды залегают достаточно глубоко (более 3.0 м), но в пределах данного района на кровле глинистого грунта в осенне-весенний период возможно формирование вод типа «верховодка». Участок I-2-б характеризуется приповерхностным залеганием уровня грунтовых вод, и осложнен процессами подтопления или затопления, выделена территория подработки старыми горными работами.

Область II Притобольская равнина, характерной особенностью которой является очень слабая расчлененность рельефа, широкое распространение бессточных территорий, покрытых многочисленными, иногда крупными по площади озерами, высокий уровень подземных вод и сильная пораженность ее процессами подтопления и затопления.

Район II-1 занимает практически всю выделенную область на территории г. Челябинска, в разрезе района преобладают пески олигоцена, перекрываемые покровными пылевато-глинистыми грунтами и подстилаемые кремнистыми глинами. В пределах данного района по гидрогеологическим характеристикам выделено 2 участка.

Участок II-1-а с точки зрения инженерно-геологических условий является наиболее благоприятным для строительства: пески являются надежным, хорошо фильтрующим основанием, техногенное подтопление либо исключается, либо вероятность его возникновения невелика.

Участок II-1-б характеризуется высоким уровнем подземных вод, который обусловлен непосредственной близостью участка к озерным котловинам. Участок осложнен процессами подтопления, ближе к озерным котловинам – затоплением территории.

Район П-2 отличается наличием скальных грунтов среди которых хотя имеются и карстующиеся породы, но по степени опасности карстовых провалов территория относится к категории устойчивых.

3.2. Характеристика инженерно-геологических типов

На основании вышеприведенного инженерно-геологического районирования выделены следующие типы: благоприятные, условно благоприятные и неблагоприятные.

Неблагоприятный тип выделен по следующим факторам:

- подработка территории старыми и современными горными работами;
- подтопление (включая затопление);

Условно благоприятный тип выделен по следующим факторам:

- просадочность;
- набухание
- развитие карстующих пород.

Благоприятными являются районы где упомянутые факторы отсутствуют.

Неблагоприятный инженерно-геологический тип территории. По данным инженерно-геологического районирования и систематизации материалов инженерно-геологических изысканий на территории г. Челябинска выделено 4 участка, которые занимают практически 40% территории г. Челябинска.

Северо-западная часть г. Челябинска характеризуется наличием подработанной территории по критериям СП 21.13330.2012 классифицируются как непригодные или временно непригодные для строительства.

Оценка может быть пересмотрена полностью или частично после детального научного изучения инженерно - геологических условий.

Изучение территорий, охваченных подземной разработкой золота выполнено на меньшей части Шершневого золото - мышьякового месторождения. Новые микрорайоны ЖК «Парковый и ЖК «Ньютон» частично располагаются на участках подработки. С точки зрения инженерно-геологических изысканий, на выде-

ленной территории и вблизи нее (т.к. старые выработки не закартированы, в архивах имеются схемы старых разработок, составленные со слов местных жителей) требуется более тщательное изучение геологического разреза, а также полевые испытания грунтов, возможно применение геофизических методов изучения грунтовой толщи с целью определения мест подработки.

Также в данному типу относятся участки с развитыми на них процессами подтопления и затопления территории, к этому участку относятся территория долины р. Миасс и ее притоков, а также территории приуроченные к приозерным котловинам оз. Первого, оз. Смолино и оз. Новосинеглазово. На территории, приуроченной к оз. Первому, встречены глины, обладающие набухающими свойствами.

Любое строительное освоение этих участков потребует разработки проектов комплексных систем инженерной защиты зданий и сооружений от проявлений процессов подтопления или затопления и опережающего строительства сооружений защиты с последующим ведением систем мониторинга за состоянием процессов, зданий и работой сооружений инженерной защиты. В пределах подтопленных участков в подвалах домов ожидаются грибковое загрязнение, плесень, увеличение популяций кровососущих комаров. Это спровоцирует обострение у проживающих в указанных домах людей различных заболеваний. При строительном освоении рассматриваемых участков следует предусмотреть инженерную подготовку, опережающую строительство, для защиты подтопления и затопления подземных частей зданий. Научно обоснованными мероприятиями инженерной защиты от опасных проявлений указанных процессов на данных участках являются:

- тщательно выполненная вертикальная планировка рельефа при сохранении сложившегося ландшафта, но уничтожения в рельефе замкнутых понижений - ловушек поверхностных вод. Планировка территории должна быть обоснована материалами гидрологических и гидрогеологических карт-схем движения поверхностного и подземного стока. Основным мероприятием защиты является исключение обводнения грунтов до достижения ими влажности набухания. В сложившихся природно-техногенных условиях набухающие глины имеют твердую

или тугопластичную консистенцию. Сохранить данную консистенцию грунтов возможно, если в верхней части склонов выполнить дренаж. Если грунты при техногенном обводнении достигли влажности набухания, тогда в качестве защитных мероприятий могут быть запроектированы удерживающие сооружения: контрбанкеты, подпорные стенки, буронабивные напряженные сваи с их заглублением ниже поверхности смещения на 5,0 м. Эти сооружения применяются при отсутствии свободных площадей для укладки контрбанкета;

- устройство водонесущих коммуникаций в бетонных лотках с повышенной гидроизоляцией и с улавливающими колодцами для сброса вод аварийных прорывов. Эти мероприятия направлены на защиту зданий от поверхностных вод и «верховодки».

Условно благоприятный инженерно-геологический тип территории. Характеризуется наличием специфических свойств грунтов – это просадочность и набухание, а также наличия карстующихся пород. Данный тип наименее распространен на территории г. Челябинска. Просадочными свойствами обладают глинистые элювиальные грунты, которые получили распространение на территории Металлургического района г. Челябинска в районе Городской больницы № 6, а также имеют локальное распространение на территории микрорайона 13 ЖК «Александровский». Наличие данных грунтов требует детальных лабораторных исследований, а также проведения полевых испытаний грунтов штампом. В связи с не повсеместным развитием наличие данных грунтов требует также более детального площадного изучения.

Наличие карстующихся пород на территории г. Челябинска на данный момент не подтверждает развитие карста, но безграмотное отношение к данным грунтам может привести к активизации карсто-суффозионного процесса, таким образом, при строительном освоении данной территории необходимо предусмотреть предупредительные мероприятия инженерной защиты.

Благоприятный инженерно-геологический тип территории покрывает почти 50% всей территории г. Челябинска, но он наиболее застроен, при этом следует

отметить, что геологическое строение города и гидрогеологические условия способствуют образованию на большей территории города вод типа «верховодка». При неправильно организованной планировке данной территории возможен риск образования процесса подтопления. Поэтому данные территории требуют проведения наблюдения за уровнем грунтовых вод и принятия своевременных предупредительных защитных мероприятий по недопущению чрезвычайных ситуаций.

4 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТИПИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. ЧЕЛЯБИНСКА ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

На начальном этапе строительства объектов при заключении договора на проведение инженерно-геологических изысканий застройщику (техническому заказчику), проектировщику и изыскателю необходимо обратить внимание на место расположения объекта строительства, особенно, если инженерно-геологический тип территории строительства объекта является неблагоприятным или условно благоприятным. На данных типах территорий необходимо проведение дополнительных исследований.

Рассмотрим основные требования к проведению инженерно-геологических изысканий на территориях с неблагоприятным типом инженерно-геологических условий.

Выполнение инженерно-геологических изысканий в условиях развития подтопления.

1. Подготовительный этап.

На подготовительном этапе необходимо анализировать материалы гидрогеологических и комплексных геолого-гидрогеологических съемок (масштаб 1:500000-1:50000), данные климатических и гидрологических наблюдений, результаты опытно-фильтрационных работ по изысканиям прошлых лет, материалы гидрогеологического моделирования, данные по изучению водного баланса мест-

ности, результаты ранее выполненных прогнозов изменения гидрогеологических условий, схемы инженерной защиты местности от опасных природных и природно-техногенных процессов, сведения о техногенном освоении местности.

2. Полевой этап.

В ходе маршрутных наблюдений необходимо осуществлять описание внешних проявлений процесса подтопления, и их последствий, выявление возможных источников техногенного инфильтрационного питания и загрязнения подземных вод, осмотр существующей наблюдательной сети.

При гидрогеологических исследованиях следует применять ударно-канатное бурение сплошным забоем, вращательное бурение и колонковый способ.

Для решения инженерно-геологических и гидрогеологических задач следует применять геофизические исследования методами модификаций ВЭЗ, георадиолокации, электропрофилеирования и заряженного тела.

В качестве специальных гидрогеологических работ на подтапливаемых застроенных территориях рекомендуется проведение гидрогеохимических съемок. Гидрохимические миграционные параметры, используемые для прогноза скорости и предполагаемых направлений распространения загрязнений при подтоплении, определяются в составе комплексных инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий, с привлечением при необходимости специализированных организаций.

3. Лабораторные работы.

Перечень определяемых показателей допускается дополнять определением таких характеристик грунтов как водоотдача, высота капиллярного поднятия (максимальная и эффективная), миграционные параметры грунтов, а также определения показателей прочностных и деформационных свойств грунтов при различных значениях влажности и степени водонасыщения.

Выполнение инженерно-геологических изысканий на подрабатываемых территориях.

1. Подготовительный этап.

В ходе подготовительных работ следует пользоваться имеющимися материалами геологической разведки месторождений полезных ископаемых и данными территориальных геологических организаций, маркшейдерско-геодезической документацией, а также материалами региональных исследований и стационарных наблюдений.

2. Полевой этап.

Необходимо детально обследовать и картировать формы проявления деформаций земной поверхности вследствие её оседания при подработке: мульды сдвижения, линии уступов, суффозионные воронки, провалы, крупные трещины, а также связанные с ними оползневые подвижки грунтов.

В процессе бурения скважин следует фиксировать интервалы глубин провалов (пустот) и быстрого погружения (разуплотненных зон) бурового снаряда, интервалы с различной скоростью (интенсивностью) поглощения промывочной жидкости.

При необходимости уточнения положения крутозалегающих пластов горных пород и (или) тектонических нарушений необходимо выполнять бурение наклонных скважин.

Для детального изучения трещиноватости и раздробленности массива грунтов следует предусматривать проходку шурфов.

Геофизические исследования на подрабатываемых территориях (особенно на подработанных ранее) должны предшествовать выполнению других видов полевых работ.

Статическое и динамическое зондирование грунтов следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 19912-2012 для выявления в толще перекрывающих песчано-глинистых грунтов до глубины 20 м пустот и разуплотненных зон, а также определения динамической устойчивости песчаных водонасыщенных грунтов. При проведении полевых испытаний грунтов штампами помимо модуля деформации (по ГОСТ 20276-2012) необходимо определять значения модулей упругих деформаций.

Наблюдения за режимом подземных вод следует предусматривать в тех случаях, когда при подработке территории происходят или прогнозируются изменения положения уровня грунтовых вод, которые могут повлиять на активизацию геологических и инженерно-геологических процессов в перекрывающей толще грунтов.

3. Лабораторные работы.

В ходе лабораторных исследований при компрессионных испытаниях образцов грунтов следует определять после разгрузки образца модуль остаточных деформаций.

Физико-механические свойства грунтов следует определять в природном состоянии и при различных значениях влажности с учетом прогнозируемого изменения гидрогеологических условий, а также с учетом прогнозируемой схемы изменения напряженного состояния массива грунтов при их разгрузке и последующем нагружении при возведении проектируемого сооружения.

Для оценки устойчивости массива грунтов следует предусматривать испытания образцов скальных и полускальных грунтов на одноосное сжатие в соответствии с ГОСТ 12248-2010 и на одноосное растяжение.

Выполнение инженерно-геологических изысканий в условиях развития набухающих грунтов.

1. Подготовительный этап.

В ходе подготовительного периода следует изучать особенности связанные с условиями распространения, залегания и внешнего проявления набухающих грунтов, гидрогеологическими и геоморфологическими условиями местности, составом и свойствами грунтов, опытом строительства в аналогичных условиях и деформациями существующих сооружений.

2. Полевой этап.

При маршрутных наблюдениях дополнительно следует фиксировать признаки набухания грунтов и устанавливать выходы источников подземных вод, заболоченность, глубину стояния воды в колодцах в паводки и межень.

Отбор монолитов грунтов из скважин следует осуществлять обуривающим способом с предварительной зачисткой забоя скважины.

Из полевых методов исследований свойств грунтов необходимо использовать статическое зондирование и замачивание грунтов в опытных котлованах.

Гидрогеологические исследования при ИГИ следует выполнять для определения в полевых условиях водопроницаемости набухающих грунтов в зоне аэрации методом налива воды в шурф (с двухкольцевым инфильтрометром) на небольших глубинах (до 5-6 м) или наливом воды в скважины (на больших глубинах).

Наблюдения за режимом подземных вод должны осуществляться на участках существующих техногенных источников замачивания грунтов, а также вблизи водонесущих коммуникаций и земляных сооружений, устраиваемых с помощью метода гидронамыва.

3. Лабораторные работы.

При лабораторных исследованиях набухающих грунтов следует выполнять определения емкости поглощения и состава обменных катионов грунтов, химического состава и концентрации раствора, взаимодействующего с грунтом, давления набухания, влажности набухания, относительной деформации набухания при заданных давлениях, относительной деформации усадки, влажности на пределе усадки, а при необходимости и горизонтального давления набухания.

Основные требования к проведению инженерно-геологических изысканий на территориях с условно благоприятным типом инженерно-геологических условий.

Особенности выполнения инженерно-геологических изысканий в условиях развития просадочных грунтов.

1. Подготовительный этап.

В ходе подготовительных работ следует изучать особенности, связанные с геоморфологическими условиями и микрорельефом местности, просадочными свойствами грунтов, интенсивностью увлажнения участков, опытом выполнения ИГИ в аналогичных условиях и деформациями существующих сооружений

2. Полевой этап.

При маршрутных наблюдениях в процессе рекогносцировочного обследования и инженерно-геологической съемки следует фиксировать признаки просадочности лессовых грунтов, а также документировать выходы источников подземных вод, заболоченность, глубину стояния воды в колодцах

При проходке горных выработок предпочтение необходимо отдавать ударно-канатному бурению кольцевым забоем (буровыми стаканами), допускается использование колонкового способа бурения скважин без промывки и подлива воды в скважину.

Вибрационный и шнековый способы бурения не следует применять для изучения просадочных грунтов.

Отбор монолитов грунтов из скважин следует осуществлять задавливанием тонкостенных грунтоносов, при этом допускается использование одноударного способа с предварительной зачисткой забоя скважины.

Для детального изучения строения толщи просадочных грунтов и надежности характеристик грунтов, определяемых при лабораторных исследованиях, необходима проходка горных выработок в виде шурфов или дудок, а также расчисток естественных обнажений и искусственных выемок.

Из комплекса полевых методов исследований грунтов необходимо использовать статическое зондирование, пенетрационный каротаж, испытания грунтов штампами, замачивание грунтов в опытных котлованах и испытания свай.

3. Лабораторные работы.

При лабораторных исследованиях просадочных грунтов следует выполнять определения гранулометрического состава (при двух методах подготовки грунта к анализу), содержания водорастворимых солей и органических веществ (особенно для горизонтов погребенных почв), водопроницаемости, а также определения специфических свойств: начального просадочного давления; при необходимости - начальной просадочной влажности и относительной деформации просадочности при различных нагрузках.

Для грунтов, подлежащих закреплению, в лабораторных условиях следует также определять химико-минералогический состав, емкость поглощения и состав обменных катионов, рН среды, а также прочностные и деформационные характеристики закрепленных грунтов.

Основная территория города Челябинска расположена в пределах развития элювиальных грунтов. Необходимо отметить, что элювиальные грунты являются специфическими и требуют дополнительных исследований.

Особенности выполнения инженерно-геологических изысканий в условиях развития элювиальных грунтов.

1. Подготовительный этап.

В ходе подготовительных работ следует изучать распространение, мощность, условия залегания, типы и виды элювиальных грунтов в исследуемом районе, их состав, свойства и пространственную неоднородность, информацию о поведении грунтов под влиянием внешних воздействий, опыт строительства, эксплуатации и аварийных ситуаций.

2. Полевой этап.

Проходку горных выработок на участках распространения элювиальных грунтов следует осуществлять бурением колонковым или ударно-канатным способом с кольцевым забоем.

Отбор монолитов для лабораторных исследований и испытаний следует осуществлять при колонковом бурении с помощью двойной колонковой трубы или специальных тонкостенных обуривающих грунтоносов, а при ударно-канатном бурении с помощью тонкостенных забивных грунтоносов.

Для получения более полного представления о текстуре, структуре и трещиноватости сапролитов и рухляков, а также для отбора монолитов следует проходить шурфы или дудки, а также не глубокие выработки (канавы, расчистки).

Использование динамического и статического зондирования следует применять при определенном содержании обломочного материала в элювиальных грун-

тах (для динамического зондирования - не более 40 %, для статического зондирования - не более 25 %).

При стационарных наблюдениях на склонах, а также в оползнеопасных районах следует предусматривать организацию наблюдений за отступанием бровки откосов и выемок вследствие выветривания. Отбор образцов (или средних проб) следует производить периодически с частотой 2-4 раза в год с последующим определением свойств пород и грунтов в лаборатории, а также изучением их химического и минералого-петрографического состава.

3. Лабораторные работы.

В процессе лабораторных исследований грунтов дополнительно к общим требованиям следует изучать параметры, характеризующие степень выветрелости крупнообломочной фракции, склонности к морозному пучению, суффозионному выносу, выщелачиванию, набуханию и просадочности.

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Для расчета экономического обоснования приведем пример строительства 10 этажного двухсекционного панельного дома.

При условии применения 8 метровых свайных фундаментов СП 47.13330.2012 предусмотрено бурение минимум 3-х скважин глубиной 15 м. Средняя стоимость бурения 1 п.м. составляет 3000 р. с учетом выполнения лабораторных работ и составления технического отчета.

$$3(\text{скв}) * 15 (\text{м}) * 3000(\text{р}) = 135\ 000 \text{ р стоимость работ без учета НДС.}$$

Предположим, при вскрытии котлована обнаруживается совершенно другая картина и пробуренными скважинами не вскрыты грунты, обладающие другими прочностными свойствами. При этом становится неясной несущая способность 8 метровых свай. Для проведения дополнительных изысканий необходимо пробурить еще 3 скважины глубиной 20 м, учитывая возможность увеличения длины свай.

$$3*20*3000=180\ 000\ \text{р.}$$

Итого на инженерно-геологические изыскания затрачено 315 000.

Рассмотрим случай, если заказчик не выполняет дополнительного бурения, при этом у него уже завезены на объект сваи 8-ми метровой длины. Для фундамента по проекту принято 269 свай, стоимость одной сваи в среднем составляет 4000 р.:

$$269*4000=1\ 076\ 000\ \text{р.}$$

Пробная забивка свай показывает (определим, что заказчик ее выполняет своими силами и ему не требуется дополнительных затрат, кроме заработной платы), что большая часть 8-ми метровых свай не подтверждают свою несущую способность и заказчик принимает решение закупить сваи 10 метров. Согласно проектным решениям для данного объекта требуется 266 свай.

$$266*4000=1\ 064\ 000\ \text{р.}$$

Итого на покупку свай и инженерно-геологические изыскания заказчиком потрачено: $315000+1\ 076\ 000+1\ 064\ 000=2\ 455\ 000\ \text{р.}$

При этом, если бы заказчик изначально согласовал бурение 5 скважин в пределах проектируемого объекта. Не потребовалось бы дополнительное бурение, и заказчик не понес бы убытки, связанные с двойной покупкой свай. Затраты на инженерно-геологические изыскания составили бы:

$$5*15*3000 =225\ 000\ \text{р.}$$

Итого на покупку свай и проведение инженерно-геологических изысканий заказчиком потрачено: $225\ 000+1\ 076\ 000=1\ 301\ 000\ \text{р.}$

$$\text{Экономия составила: } 2455000-1301000=1\ 154\ 000$$

Рассмотрим второй пример. В результате недостоверных данных изысканий был построен 10-ти этажный панельный дом, в процессе эксплуатации по дому идут трещины.

Ситуация 1. Необходимо выполнить усиление конструкций.

Застройщик несет затраты на обследование, стоимость которого составит не менее 200 000 р. Необходимо сделать расчет и проект усиления, пройти эксперти-

зу проекта усиления, эти работы составят примерно 600 000 р, выполнение непосредственно работ по усилению составит около 3 000 000 р.

Таким образом, заказчик дополнительно затратит примерно 3 800 000 р.

Ситуация 2. Трещины ведут к аварийной ситуации, что требует расселения людей. В таком случае, экономия на инженерно-геологических изысканиях стоит застройщику не только стоимости строительства дома, но и стоимостью предоставления жилья владельцам купленных в таком доме квартир, а это уже суммы, исчисляемые в сотнях миллионов рублей. Для примера, приведем затраты, понесенные на расселение дома в г. Магнитогорске в результате взрыва газа. Муниципальные власти возмещают ущерб в размере 31 700 руб/м². Общая площадь квартир составляет 4000 м². На возмещение ущерба жильцам будет потрачено:

$$31700 \cdot 4000 = 126\,800\,000 \text{ р}$$

Снос дома обойдется заказчику около 10 000 000 р.

Таким образом, экономия в 100 000 р - 200 000 р может обернуться дополнительными затратами, исчисляемыми десятками и сотнями миллионов рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью работы является типизация инженерно-геологических условий территории г. Челябинска, позволяющая оптимизировать объемы и содержание инженерно-геологических изысканий с целью градостроительства и защиты от опасных геологических процессов.

В результате выполненных исследований автором решены следующие задачи:

1. Обобщены материалы инженерно-геологических изысканий прошлых лет на территории города Челябинска. Дана характеристика физико-географических условий территории, инженерно-геологических и гидрогеологических условий, обобщены данные о наличии опасных инженерно-геологических процессах на территории г. Челябинска, таким как подтопление и затопление, карст, подработка территории подземными горными выработками. Приведены данные о наличии специфических грунтов на территории г. Челябинска (просадочные, набухающие и элювиальные).

2. Выделены критерии для типизации инженерно-геологических условий г. Челябинска. На территории г. Челябинска выделены следующие инженерно-геологические типы: благоприятные, условно благоприятные и неблагоприятные районы.

3. Разработаны рекомендации для использования результатов типизации инженерно-геологических условий при проведении изысканий и проектировании.

4. Приведено экономическое обоснование разработанных решений.

Применение разработанных рекомендаций позволит повысить качество и безопасность возводимых зданий при незначительном удорожании инженерно-геологических изысканий, снизить ущербы от аварий, а также социальную напряженность в обществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А. А. Инженерно-геологические изыскания для различных видов строительства [Электронный ресурс] / Белов Александр Алексеевич // Научное обозрение: электрон. журн. - 2016. - № 1. - Режим доступа: <https://srjournal.ru/2016/id6>.
2. Болдырев Г.Г., Барвашов В.А., Идрисов И.Х., Хрянина О.В. Комплексная технология инженерно-геологических изысканий // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-tehnologiya-inzhenerno-geologicheskikh-izyskaniy> (дата обращения: 05.01.2019).
3. Борисов В.Б., Майер А.А., Осипова Т.В. и др. Отчёт о результатах работ по объекту: «Инженерно-геологическая с гидрогеологическим доизучением съёмка масштаба 1:200000. Листы N-41-II, VIII» (в 4 книгах и 1 папке). Челябинск: ФГУГП «Челябинскгеосъёмка», 2001. 303 с.
4. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. – Введ. 2013-07-01. –М.: Изд-во Стандартиформ, 2013. 16 с.
5. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – Введ. 2013-01-01. -М.: Изд-во Стандартиформ, 2018 (с поправками). 38 с.
6. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ (с изменениями и дополнениями)
7. Драновский А. Н., Галеев Р. К. Качество инженерно-геологических изысканий – основа надежности зданий и сооружений // Известия КазГАСУ. 2005. №2 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-inzhenerno-geologicheskikh-izyskaniy-osnova-nadezhnosti-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения: 11.11.2018).
8. Жур Вячеслав Николаевич Определение несущей способности в грунтовых условиях II типа по просадочности свай по фондовым материалам полевых испытаний свай статической нагрузкой // ИВД. 2013. №4 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-nesushey-sposobnosti-v-gruntovyh-usloviyah-ii-tipa-po-prosadochnosti-svay-po-fondovym-materialam-polevyh-izpytaniy-svay> (дата обращения: 05.01.2019).

9. Кокорев И.В., Букреев Д.С., Ракитина Н.Н., Бахронов Р.Р. Особенности инженерно-геологических изысканий при реконструкции зданий на слабых грунтах // Вестник МГСУ. - 2009. №1. - С. 57-60.

10. Корвет Н.Г., Заводчикова М.Б., Юферова Д.С. Типизация грунтовых условий территории объекта «Китайский театр» г. Пушкина // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сб. ст. по матер. XX междунар. науч.-практ. конф. № 11(20). – Новосибирск: СибАК, 2018. – С. 42-47.

11. Орлова Нина Ивановна, Калинин Олег Викторович Изучение причин деформаций вновь построенного здания // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-prichin-deformatsiy-vnov-postroennogo-zdaniya> (дата обращения: 20.11.2018).

12. Пономарев Андрей Будимирович, Татьянников Даниил Андреевич, Татьянников Андрей Николаевич К вопросу проведения инженерно-геологических изысканий на урбанизированных территориях // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-provedeniya-inzhenerno-geologicheskikh-izyskaniy-na-urbanizirovannyh-territoriyah> (дата обращения: 05.01.2019).

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"».

14. Постановление Правительства РФ от 19.01.2006 г. № 20 «Об инженерных изысканиях в строительстве для подготовки проектной документации, строительства и реконструкции объектов капитального строительства» (ред. от 9 июня 2014 г.)

15. Ракитина Н.Н., Потапов А.Д. Достоверность и достаточность инженерных изысканий для строительства: правило двух Д // Вестник МГСУ. - 2014. - № 1.- С. 90 - 97.

16. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ. – Введ. 1998-03-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. 43 с.

17. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 2. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. – Введ. 2001-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2003. 88 с.

18. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 3. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. - Введ. 2000-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. 72 с.

19. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 4. Правила производства работ в районах распространения многолетне-мерзлых грунтов. - Введ. 2000-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. 56 с.

20. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 5. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями. - Введ. 2003-10-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. 34 с.

21. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 6. Правила производства геофизических исследований. - Введ. 2004-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. 50 с.

22. СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95. Введ. 2017-06-17. – М.: Изд-во стандартов, 2016. 53 с.

23. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. - Введ. 2013-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. 60 с.

24. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. - - Введ. 2013-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. 116 с.

25. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. - Введ. 2017-06-17. – М.: Изд-во стандартов, 2016. 220 с.
26. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. - Введ. 2012-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2013. 110 с.
27. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. - Введ. 2017-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2016. 160 с.
28. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. - Введ. 2004-08-04. – М.: Изд-во стандартов, 2005. 131 с.
29. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. - Введ. 2004-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. 82 с.
30. Суворов Г. А., Середа В. В. Отчёт по инженерно-геологическим изысканиям по теме: «Схема защиты г. Челябинска от опасных геологических процессов». Челябинск: ОАО «ЮжУралГИСИЗ», 1993. 149 с.
31. Тер-Мартirosян Армен Заенович, Соболев Евгений Станиславович Безопасность эксплуатации оснований зданий и сооружений при динамическом воздействии // Вестник МГСУ. 2017. №5 (104). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-ekspluatatsii-osnovaniy-zdaniy-i-sooruzheniy-pri-dinamicheskom-vozdeystvii> (дата обращения: 20.11.2018).
32. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании" (с изменениями и дополнениями)
33. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
34. Цоцур Е. С. Типизация инженерно-геологических условий Александровского приобья /Е. С. Цоцур // Известия ТПУ. Том 281. – 1976 – С. 107-109.
35. Шибалова Галина Вячеславовна Значение инженерно-геологических изысканий при проектировании и строительстве сооружений //Природообустройство. - ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязеваю - 2018. №2. - С. 59-64.