TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность: 21.05.02 Прикладная геология
Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
Отделение школы (НОЦ): Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому

УДК 69.05:556(571.16-25)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-214Б	Николаев Николай Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отд. геологии	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отд. геологии	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		

Томск – 2020 г

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
Р1	Применять *базовые* и *специальные* математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения *комплексных инженерных проблем* в области *прикладной геологии.*	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* Критерий АВЕТ- 3 a, c, h, j)
Р2	Использовать *базовые* и *специальные* знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления *комплексной инженерной деятельностью.*	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2., 1.4., 1.6, 2.5., 2.6., 3.5., 3.8., 3.9), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийАВЕТ-3e,k)
Р3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты *комплексной инженерной деятельности* в области *прикладной геологии.*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2.),СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* Критерий АВЕТ-3g)
Р4	Эффективно работать индивидуально и в качестве *члена* или *лидера команды*, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении *комплексных инженерных проблем.*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* Критерий АВЕТ-3d)
Р5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения *комплексной инженерной деятельности* в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6,), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* Критерий АВЕТ-3d)
Р6	Вести *комплексную инженерную деятельность* с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийАВЕТ-3c,h,j)

	устойчивого развития.	
Р7	Осознавать необходимость и демонстрировать *способность к самостоятельному обучению* инепрерывному *профессиональному совершенствованию.*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОСТПУ (УК-6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийABET-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
Р8	Ставить и решать задачи *комплексного инженерного анализа* в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийABET-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
Р9	Выполнять *Комплексные инженерные проекты* технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом *экономических, экологических, социальных и других ограничений.*	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9. 10, 11, 13, 15, 16, 19,20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийABET-3c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий

Р10	Проводить исследования при решении *комплексных инженерных проблем* в области *прикладной геологии*, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийABET-3b,c) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
Р11	*Создавать, выбирать* и *применять* необходимые ресурсы и методы, современные технические и *IT* средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, экологогеологических работ с учетом *возможных* ограничений.	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийABET-3e, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
Р12	Демонстрировать компетенции, связанные с *особенностью* проблем, объектов и видов *комплекснойинженерной деятельности,* не менее чем по одной из специализаций: *Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,* *Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,* *Геология нефти и газа*	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1,6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10…), согласованный с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI,* КритерийABET-3 a, c, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промысловой геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
Отделение школы (НОЦ) геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ _____ Кузеванoа К.И.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-214 Б	Николаев Н.А.

Тема работы:

Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.02.2020 №52-58/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	В основу проекта положить технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям г. Томск, пр. Комсомольский. “Геостройизыскания.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Общая часть предполагает рассмотрение природных условий Томского района, а также геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия участка проектируемого строительства. В специальной части рассматривается оценка риска развития подтопления и оценка ущерба от подтопления территории. В проектной части создать проект гидрогеологических исследований на участке. Разработать виды, объемы работ, методику их

	проведения.
Перечень графического материала	1. Схематическая геологическая карта г. Томска 2. Гидрогеологическая карта разрез 3. Гидрогеологический разрез по линии 6-6 4. Карта районирования по подтоплению 5. Геолого-технический наряд

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	**Маланина В.А.**
Социальная ответственность	**Гуляев М.В.**
Буровые работы	**Бер А.А.**

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

Природные условия района участка

Специальная часть. Оценка риска развития подтопления и оценка ущерба от подтопления территории

Проектная часть. Проект гидрогеологических исследований на участке

Социальная ответственность.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к. г.-м. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-214 Б	Николаев Н.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-214Б	**Николаев Н.А.**

Школа	**ИШПР**	**Отделение (НОЦ)**	**Отделение геологии**
Уровень образования	**Специалист**	**Направление/специальность**	**21.05.02 Прикладная геология**

Тема ВКР:

Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объект исследования: Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность:	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы. Разработать мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов.
2. Пожарная и взрывная безопасность:	Пожары и взрывы в зданиях, транспорте.
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (утечка горючесмазочных материалов); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород); – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	**Перечень возможных ЧС на объекте:** *техногенного характера* *Природного характера* – землетрясения. Выбор наиболее типичной ЧС: - пожар; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-214 Б	Николаев Н.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-214Б	Николаев Н.А.

Школа	**ИШПР**	**Отделение школы (НОЦ)**	**Отделение геологии**
Уровень образования	Дипломированный специалист	**Направление/специальность**	21.05.02 Прикладная геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. *Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих*	*Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому*
2. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*	*Справочник базовых цен на инженерно-геологические изысканий*
3. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования*	*Ставка налога на прибыль – 20%* *Отчисления по страховым выплатам 31 % (30 % плюс ставка страховых взносов от несчастных случаев, которая зависит от опасности производства)* *Налог на добавленную стоимость – 20%*
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. *Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения*	*Свод видов и объема работ по инженерно-геологическим изысканиям*
2. *Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски.*	*Составление плана проведения полевых и камеральных работ и лабораторных исследований.*
3. *Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективностей.*	*Общий расчет сметной стоимости*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-214Б	Николаев Н.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-214Б	Николаев Н.А.

Школа	**ИШПР**	**Отделение школы (НОЦ)**	**Отделение геологии**
Уровень образования	Специалист	**Направление/специальность**	21.05.02 Прикладная геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
4. *Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих*	*Гидрогеологические условия центральной части г. Томска и проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому*
5. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*	*Справочник базовых цен на инженерно-геологические изысканий*
6. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования*	*Ставка налога на прибыль – 20%* *Отчисления по страховым выплатам 31 % (30 % плюс ставка страховых взносов от несчастных случаев, которая зависит от опасности производства)* *Налог на добавленную стоимость – 20%*
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
4. *Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения*	*Свод видов и объема работ по инженерно-геологическим изысканиям*
5. *Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски.*	*Составление плана проведения полевых и камеральных работ и лабораторных исследований. Общий расчет сметной стоимости*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-214Б	Николаев Н.А.		

РЕФЕРАТ

Дипломный проект 157с.,55 рис., 56 табл., 103 источника, 5 листов графического материала.

В дипломном проекте рассмотрены вопросы гидрогеологические условий центральной части г. Томска и составления проекта исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому. Пояснительная записка в дипломной работе состоит из пяти частей и написана на 161 странице машинописного текста.

В общей части приведены общие сведения о районе исследований, рассмотрены природные условия г. Томска, климат, гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Приводится геологическая и гидрогеологическая изученность территории: геологическое строение района, история развития.

В специальной части изучены вопросы оценки уровня опасности подтопления градопромышленной территории, выполнен расчёт уровней риска при подтоплении г. Томска

В проектной части разрабатывается проект строительства жилого комплекса со встроенно-пристроенными подземными стоянками автомобилей, помещениями общественного назначения по адресу пр. Комсомольский, 48 в г. Томске Определяются основные объемы и виды работ, рассматривается методика их проведения.

В части производственной и экологической безопасности рассмотрены вопросы охраны труда, мер защиты от вредных и опасных факторов,пожарной безопасности.

В производственно-технической части выполнен расчет технико-экономических показателей сметной стоимости работ.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word, графики построены в Microsoft Excel и Auto CAD

Содержание

ВВЕДЕНИЕ…….. 14
ОБЩАЯ ЧАСТЬ
1. Природные условия района работ……... 15
1.1. Физико-географические условия……... 15
1.1.1. Рельеф…… 17
1.1.2. Гидрография……. 20
1.1.3. Климат…….. 22
1.2. Геологическое строение…….. 36
1.2.1. Стратиграфия и литология…….. 39
1.2.2. Тектоника…… 48
1.3. Гидрогеологические условия ……. 48
1.3.1 Основные водоносные горизонты и комплексы…….. 50
1.3.2 Особенности химического состава подземных вол…… 56
1.3.3 Режим, условия питания и разгрузки подземных вод…. 62
1.4. Геологические процессы и явления …… 71
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ
2. Оценка риска развития подтопления и оценки ущерба от подтопления территории …… 73
2.1. Оценка уровня опасности подтопления градопромышленной территории ……... 73
2.2. Расчет уровня риска по подтоплению города Томска……... 80
ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ
3. Проект гидрогеологических исследований на участке……... 108
3.1. Обоснование видов и объемов работ……. 108
3.2. Методика проектируемых работ …… 109
3.2.1. Топографо-геодезические работы…… 109
3.2.2. Буровые работы…… 110
3.2.3. Полевые работы…….. 118
3.2.4. Лабораторные работы……. 119
3.2.5. Камеральные работы…… 121
4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ
4.1. Производственная безопасность……. 122
4.2. Пожарная и взрывная безопасность……... 131
4.3. Экологическая безопасность……... 133
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях и меры борьбы…… 134
5. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
5.1. Техническое задание на производство инженерно-геологических работ……. 139
5.2 Виды и объёмы проектируемых работ ……. 140
5.3 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ……... 141
5.4 Расчет производительности труда, количества бригад,

продолжительности выполнения отдельных работ…….. 143
5.5 Поэтапный план…… 145
5.6 Календарный план…… 146
5.7 Расчет сметной стоимости……..…… 147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…… 149
Список использованной литературы……. 150

Введение

Настоящая работа представляет собой проект исследований участка для строительства здания по пр. Комсомольский

Целью проектирования является изучение гидрогеологических условий участка и разработка проекта гидрологических изысканий под строительство здания на стадии рабочей документации.

Задачей является нахождение оптимальных приемов и методов исследований, обеспечивающих получение достоверных данных необходимых для проектирования и дать максимальную информацию о свойствах гидрогеологической среды – компонентах инженерно-геологических условий в пределах предполагаемой сферы ее взаимодействия с сооружениями.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word, графики построены в Microsoft Excel и Auto CAD

1. Природные условия района работ

1.1. Физико-географические условия

Томская область располагается в юго-восточной части Западно - Сибирской равнины. Ее границы проходят рядом с Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской областями и Красноярским краем (рисунок 1.1). Областной центр г.Томск расположен на правом берегу р. Томи в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, на границе её с Томь-Колыванской складчатой зоной [36].

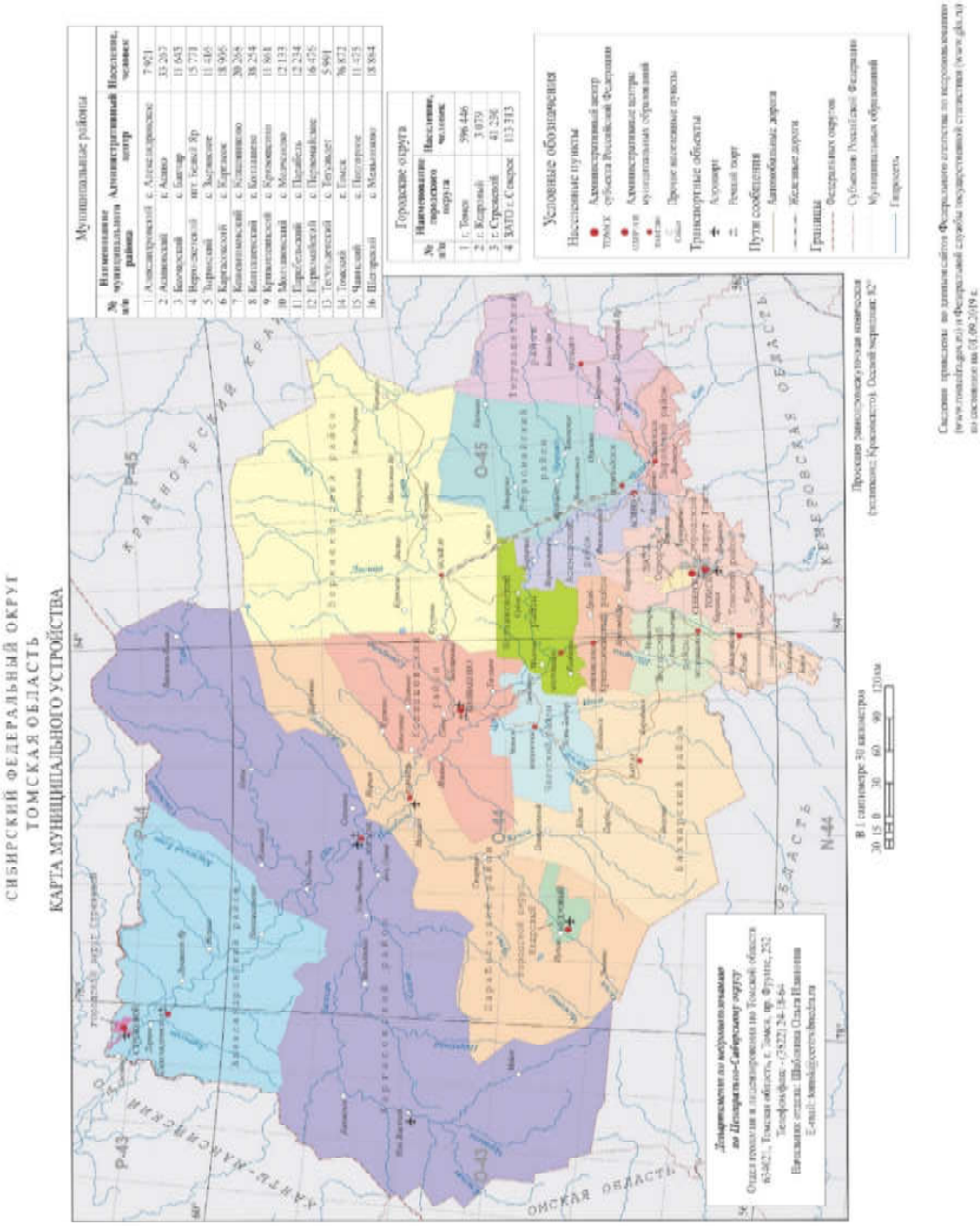
Долина реки Томь образует ряд террасовых уступов с ровной поверхностью, имеющей уклон к реке. Склоны террас различны по высоте и крутизне.

В пределах города присутствуют склоны крутизной 65° - 70° из-за этого возможно развитие интенсивной эрозионной деятельности, оврагообразования и оползневых процессов. [38]

Рельеф территории города, а также его инженерно - геологические условия осложняются рекой Томью, в южной части города правыми ее притоками реками Басандайкой, в центре города рекой Ушайкой, а в северной его части рекой Киргизкой.

В южной части города отметки поверхности рельефа относительно плоских водоразделов составляют 120–140 м абсолютной высоты, а в северной части достигают 160–170 м (рис. 1.2). Террасовые уступы имеющие пологий наклон, плавно соединятся между собой и с водоразделом и часто заканчиваются склонами различной крутизны с уклонами от 5–10 до 50–60 градусов и относительными превышениями до 50–60 м. Минимальные отметки рельефа на урезе воды в р. Томи составляют 68–70 м. Геоморфологически территория города представлена тремя надпойменными террасами р. Томи и пологим западным склоном Томь - Яйского водораздела. Западный склон водораздела Томь - это наиболее возвышенная часть территории города.

Рисунок 1.1 – Карта муниципального устройства [1]



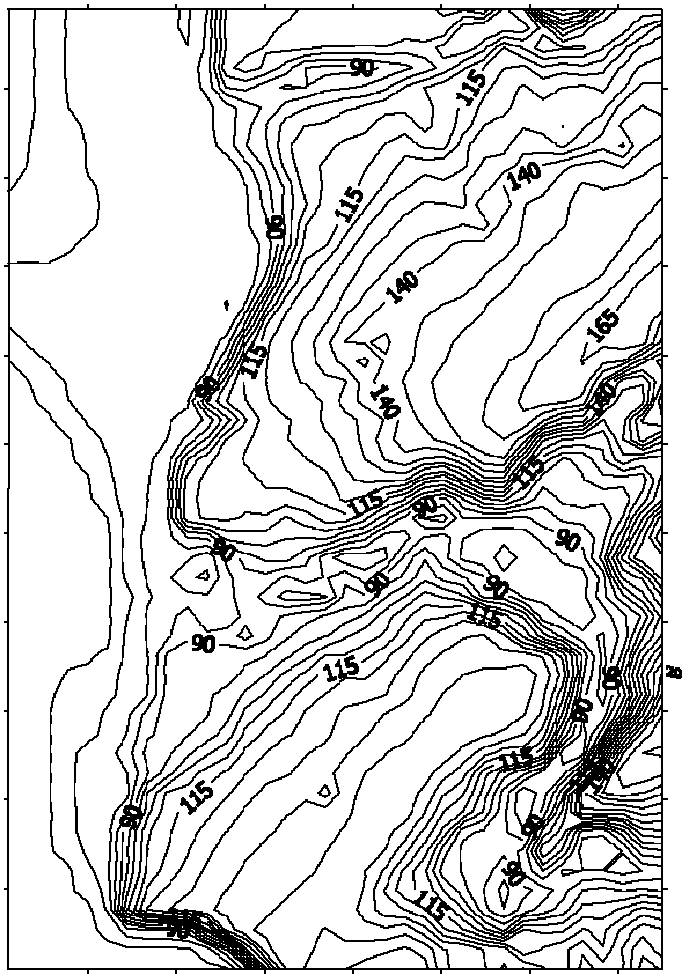


Рисунок 1.2 – Рельеф центральной части территории г. Томска

1.1.1 Рельеф

Схема геоморфологического строения территории города Томска показана на рисунке 1.3. Формы рельефа в районе города разделены на формы рельефа речных долин Томи, Ушайки, Киргизки и водораздела рр. Томь–Яя.

А) Флювиальные формы, созданные русловыми потоками

Основная центральная часть территории расположена на террасах реки Томи, в меньшей степени – террасах р. Ушайки. В целом, главной особенностью геоморфологии района является преобладание склонов различной крутизны и длины над ровными поверхностями

Пойма. Низкая пойма реки Томи имеет относительную высоту 3–4 м, в пределах города занимает незначительную площадь. Несколько шире развита высокая пойма, возвышающаяся на 5–7 метров

Террасы реки Томи.

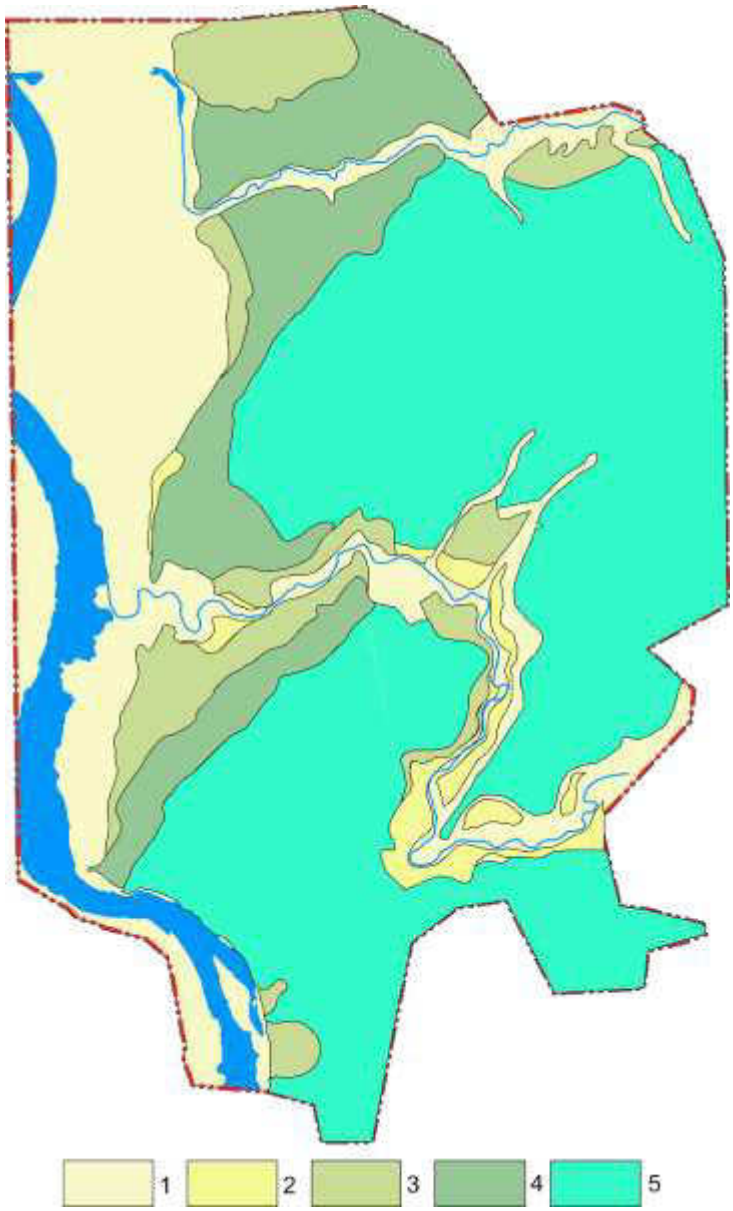
Первая надпойменная терраса р. Томи прослеживается участками. Поверхность террасы возвышается над уровнем р. Томи на 8–10 м, местами сливаясь высокой поймой. Абсолютные отметки поверхности 78–80 м. Цоколь террасы опущен на 7–10 м ниже уровня воды в р. Томи и представлен олигоценовыми отложениями.

Вторая надпойменная терраса развита наиболее широко в южной половине города, прислоняясь к третьей и междуречью, и в меньшей степени в северной части города, где она возвышается 12–15 метровым уступом над пойменной и первой надпойменной террасой. Ширина площадки в северной части составляет 250 м, в южной – до 500 м. Абсолютные отметки цоколя и поверхности террасы составляют 75–80 и 90–95 м.

Третья надпойменная терраса объединяет Воскресенскую и Лагерную террасы. Относительные превышения над уровнем р. Томи 40–50 метров. Поверхность террасы ровная, слабо волнистая, полого наклонная в сторону реки.

Б. Выровненные поверхности водораздела четвертичного возраста, созданные нерусловыми потоками. К такому типу относятся поверхность водораздела рек Томь – Яя, которая представляет собой слабовсхолмленную равнину, в которую врезана долина р. Томи с серией вложенно-прислоненных террас и долины ее притоков – рек Ушайки, Киргизки. Абсолютные отметки водораздельной равнины в южной и юго-восточной части исследуемого района меняются от 160–170 м, а в северо-восточной части повышаются до 170–190 м.

Поверхность равнины, представленная в современное время, сформировалась при накоплении покрова лессовидных суглинков, преимущественно элювиально-делювиальных. Общий уклон поверхности – на северо-запад.



1 - голоценовая пойма;
2 - плестоцен-голоценовая I надпойменная терраса
3 - верхнеплейстоценовая II надпойменная терраса
4 - средне-верхнеплейстоценовая III надпойменная терраса
5 - выравненные поверхности водораздела четвертичного возраста

Рисунок 1.3 – Схематическая геоморфологическая карта [11]:

Гидрографическая сеть на территории города хорошо развита. Кроме основной водной артерии, которая представлена руслом р. Томи, в черте города протекают рр. Басандайка, Ушайка, Киргизка и ряд достаточно крупных ручьев. Этим водотокам принадлежит важная дренирующая роль в отношении как поверхностных, так и подземных вод.

Скорее всего, это не случайно и определено особенностями геологического строения. Размещение мелких поверхностных водотоков тесно связано с глубиной залегания палеозойского фундамента. Там, где плотные породы, которые перекрыты водоупорной корой выветривания, залегают на высоких гипсометрических отметках (иногда выше местного базиса эрозии), как, например, на склоне Лагерного сада, образуется разгрузка подземных вод в виде родников. В тех местах, где фундамент испытывает погружение, разгрузка подземных вод образует истоки отдельных ручьев, иногда с хорошо разработанным руслом, примером служат ручьи по левому берегу р. Киргизки в северной части городской территории.

На территории города существует опасность сезонного затопления отдельных участков в прибрежной полосе (рис. 1.4.) во время паводка. Для защиты городской территории от затопления построена дамба вдоль русла р. Томи Рельеф Томь –Яйскоговодораздела разделен сетью логов с микропонижениями, западинами и заболоченностью.

Геологическое строение района формируется исходя из его расположения на стыке тектонических структур Западно-Сибирской плиты и Томь - Колыванской геосинклинальной зоны.

1.1.2 Гидрография

Гидрография района работ представлена большой рекой Томь, малыми реками Басандайка, Ушайка, Малая Ушайка, Хромовка. Ширина русла реки Томь в межень колеблется от 200 до 500 м. Глубина от 1,6 до 6,0 м. Навигация на р. Томи осуществляется в теплый период года с конца апреля до конца октября. Продолжительность навигации в среднем составляет 181 день, максимальная – 204 дня и минимальная – 162 дня. Ледостав приходится на 28 октября и сопровождается заторами. Период реки свободной ото льда 167-204 дня. Первая подвижка льда наблюдается между 10 апреля и 8 мая, ледоход наблюдается в период между 13 апреля и 9 мая.

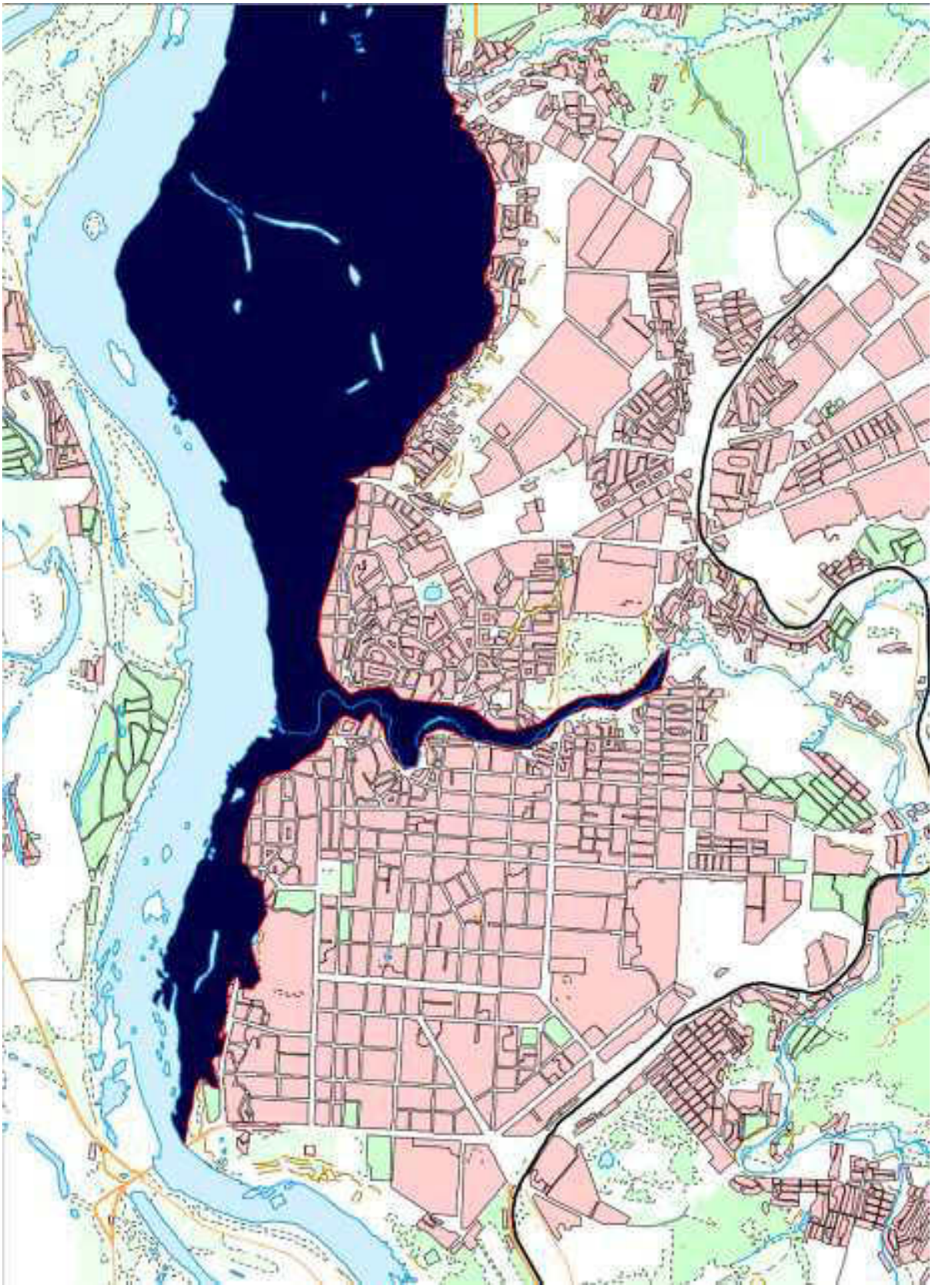


Рисунок 1.4 – Схема потенциального максимально возможного затопления территории г. Томска [6]

Гидрография района работ представлена большой рекой Томь, малыми реками Басандайка, Ушайка, Малая Ушайка, Хромовка. Ширина русла реки Томь в межень колеблется от 200 до 500 м. Глубина от 1,6 до 6,0 м. Навигация на р. Томи осуществляется в теплый период года с конца апреля до конца октября. Продолжительность навигации в среднем составляет 181 день, максимальная – 204 дня и минимальная – 162 дня. Ледостав приходится на 28 октября и сопровождается заторами. Период реки свободной ото льда 167-204 дня. Первая подвижка льда наблюдается между 10 апреля и 8 мая, ледоход наблюдается в период между 13 апреля и 9 мая.

Исследуемая территория в местном значении расположена на окраинной части левобережного склона долины реки Ушайка. Основной фазой водного режима реки Ушайка является весенне-летнее половодье, когда формируются максимальные расходы воды и устанавливаются наивысшие уровни. Начинается половодье обычно в конце первой – начале второй декады апреля, заканчивается в конце мая - начале июня. Продолжительность половодья составляет 1-2 месяца. Половодье выражено, как правило, одной, иногда двумя волнами. Пики половодья на Томи и Ушайке не совпадают. На малых реках рассматриваемого района, таких как Ушайка, прохождение максимальных уровней наблюдается на 10-30 дней раньше, чем на р. Томь. После окончания половодья на реке устанавливается летне-осенняя межень с наименьшими годовыми уровнями воды. Ледостав образуется в первой-второй декаде ноября. В зимний период малые реки питаются подземными водами.

1.1.3 Климат

Климат района изысканий определяется его положением в пределах юго-восточной части Западной Сибири и характеризуется как резко континентальный, с коротким теплым летом и продолжительной холодной зимой.

Для данного региона характерны резкие изменения элементов погоды в течение коротких промежутков времени (часы, сутки). Они зависят от сложной циркуляции воздушных масс и прохождения циклонов над Западно-Сибирской низменностью.

Температурный режим воздуха определяется годичной амплитудой его колебания по сезонам года. Среднегодовая температура воздуха 0,5°С. Самый теплый месяц – июль, со среднемесячной температурой плюс 18,7°С, самый холодный месяц – январь, со среднемесячной температурой воздуха минус 17,9°С. Абсолютная минимальная температура воздуха минус 55°С, абсолютно максимальная температура воздуха плюс 35°С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца 11,3°С, наиболее холодного 8,2°С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 составляет минус 39°С (СП 131.13330.2012). Среднемесячная и годовая температура воздуха по результатам многолетних наблюдений метеостанций г. Томска приведена в табл. 1.1.

Суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца 11,3°С, наиболее холодного 8,2°С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 составляет минус 39°С (СП 131.13330.2012).

Таблица 1.1 – Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-17,9	-15,7	-7,7	1,2	9,7	15,9	18,7	15,3	9,0	1,3	-8,5	-15,4	0,5

Средняя максимальная температура воздуха и абсолютный максимум температуры воздуха приведены в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Средняя максимальная и абсолютный максимум температуры воздуха, °С

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Томск													
Средняя максимальная	-14,7	-11,8	-4,1	6,0	15,1	21,9	24,2	20,8	15,0	5,4	-6,0	-12,5	4,9
Абсолютный максимум	[illegible]	7	14	27	32	35	35	34	30	25	11	7	35
	1948	1983	1981	1972	1952	1931	1975	1931	1953	1928	1963	1975	1975

Средняя минимальная температура воздуха и абсолютный минимум температуры воздуха приведены в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Средняя минимальная и абсолютный минимум температуры воздуха, °С

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Томск													
Средняя минимальная	-23,3	-21,9	-15,6	-4,9	3,1	9,6	12,7	10,3	4,7	-2,4	-13,7	-21,5	-5,2
Абсолютный минимум	-55	-51	-42	-31	-18	-4	2	-2	-8	-29	-48	-50	-55
	1931	1951	1892	1964	1898	1961	1945	1902	1955	1940	1952	1938	1931

В таблице 1.4 приведены расчетные характеристики климатических параметров года по данным СП 131.13330.2012[43] (актуализированная версия СНиП 23-01-99*) [44] для опорной для района метеостанции.

Таблица 1.4 – Расчетные характеристики климатических параметров по СП 131.13330.2012 (актуализированная версия СНиП 23-01-99*)[43]

холодного периода года

Температура воздуха °С, обеспеченностью		Температура воздуха холодной пятидневки °С, обеспеченностью		Температура воздуха °С, обеспеченностью 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность сут и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха						Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %	Количество осадков за ноябрь-март, мм	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С
							≤ 0°С		≤ 8 °С		≤10 °С							
0,95	0,99	0,98	0,92				Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура						
-44	-43	-41	-39	-22	-55	8,2	176	-11,8	233	-7,9	249	-6,8	79	78	171	Ю	2,4	2,2

теплого периода года

Барометрическое давление, гПа	Температура воздуха °С, обеспеченностью 0,95	Температура воздуха °С, обеспеченностью 0,99	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца °С	Абсолютная максимальная температура воздуха °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца, %	Количество осадков за апрель- октябрь, мм	Суточный максимум осадков, мм	Преобладающее направление ветра за июнь-август	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
1001	23	26	24,3	35	11,3	74	61	377	81	Ю	0

Даты первого и последнего заморозков и продолжительность безморозного периода в воздухе приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Даты первого и последнего заморозков и продолжительность безморозного периода в воздухе

станция	Дата заморозка						Продолжительность безморозного периода (дни)		
	последнего			первого					
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
Томск	25 V	30 IV 1908	13 VI 1933	18 IX	19 VIII 1902	8 X 1948	115	86 1934	155 1908

Средняя продолжительность безморозного периода по данным метеостанции Томск составляет 115 дней.

Практическое значение имеет учет числа дней с переходом температуры воздуха через определенные пределы. Среднее число дней с температурой воздуха выше (ниже) заданных значений и равной им приведены в таблице 1.6.

Температурный режим почвы, в большей степени, чем температура воздуха, подвержен влиянию локальных микроклиматических факторов, прежде всего – состояния поверхности почвы, ее типа, механического состава, влажности, растительного покрова. Средняя месячная и годовая температура поверхности почвы приведена в таблице 1.7

Таблица 1.6 – Среднее число дней с температурой воздуха выше (ниже) заданных значений и равной им

t, □C	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Томск													
□ -50		0,04										0,02	0,06
□ -45	0,2	0,1									0,1	0,3	0,7
□ -40	1,1	0,8	0,02								0,1	1,2	3,2
□ -35	3,6	2,6	0,3								0,6	2,8	9,9
□ -30	6,8	5,0	1,3	0,02							1,7	5,6	20,4
□ 30					0,2	1,7	1,9	0,3	0,02				4,1
□ 35							0,04						0,04

Таблица 1.7 - Средние месячные и годовая температура поверхности почвы, °С

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
почва - светло-серая лесная													
Томск	-20	-20	-11	0	11	20	23	17	10	0	-11	-18	0

В таблице 1.8 приведены средние и крайние (самые ранние и самые поздние) даты первого заморозка осенью и последнего заморозка весной по показаниям минимального термометра на поверхности почвы и продолжительность безморозного периода на поверхности почвы.

Таблица 1.8 - Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода на поверхности почвы

станция	Дата заморозка						Продолжительность безморозного периода (дни)		
	последнего			первого					
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
Томск	31 V	20 V 1974	14 VI 1971	14 IX	31 VII 1975	1 X 1964	105	67	127

Температура почвы на глубинах по вытяжным термометрам измеряется не на всех метеорологических станциях и не на всех стандартных глубинах. В таблице 1.9 представлены данные, приведены по наиболее близко расположенной станции, на которой ведутся наблюдения за температурой почвы на глубинах (Томск).

Таблица1.9 - Средние месячные и годовая температуры почвы по вытяжным термометрам, °С

Глубина, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Томск													
0,8	1,2	0,7	0,5	0,6	3,9	10,0	13,9	14,5	11,8	7,3	3,5	2,0	5,8
1,6	2,8	2,2	1,8	1,6	2,8	6,8	10,3	12,1	11,5	8,9	5,7	3,9	5,9
3,2	5,2	4,5	4,0	3,5	3,2	4,3	6,1	7,8	8,7	8,6	7,5	6,2	5,8

Фактическая глубина промерзания почвы по данным наблюдений на ближайших метеостанциях приведена в таблице 1.10.

Таблица 1.10 - Глубина промерзания почвы по декадам, см

Месяц	X		XI			XII			I			II			III			IV		
декады	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Томск																				
средняя	8	9	18	27	34	42	49	59	66	71	78	83	89	94	95	99	100	103	102	101
наибольшая		25	44	74	80	80	96	112	128	136	146	150	150	150	143	146	146	146	146	146
наименьшая		-	5	5	6	7	8	13	14	15	20	29	40	44	45	48	68	61	55	48

Влажность воздуха. Влажность воздуха характеризуется упругостью водяного пара, относительной влажностью воздуха, а также дефицитом влажности (недостатком насыщения воздуха водяным паром). Содержание водяного пара в атмосфере сильно меняется в зависимости от физико-географических условий местности, времени года и циркуляционных условий, состояния поверхности почвы и т.д.

Относительная влажность воздуха – это отношение фактической упругости водяного пара к упругости насыщенного воздуха при той же температуре, выраженное в процентах. Она характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха приведена в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Томск	79	76	72	64	60	68	74	78	77	79	82	81	74

Согласно карте зон влажности по СП 131.13330.2012 (актуализированная версия СНиП 23-01-99*) в соответствии с комплексным показателем к= 5-9, территория из района работ относится к нормальной.

Распределение осадков по сезонам года и территории неравномерное. Годовой ход влажности воздуха хорошо коррелируется с температурой воздуха. Основное количество осадков приходится на теплое время года. Летом значительное количество осадков связано с конвективной облачностью. В этом случае осадки интенсивны, но кратковременны и часто сопровождаются грозами. Минимальное количество осадков отмечается во второй половине зимы, начале весны.

Наибольшее количество осадков приходится на летнее время. Зимой увеличивается число дней с осадками, но уменьшается их суточное количество. Среднее месячное количество осадков приведено в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Среднее месячное количество осадков, мм

станция	месяцы												период		год
		I	II	V		I	II	III	X		I	II	XI-	IV-	
Томск	4	2	2	0	5	2	8	3	6	3	2	1	71	77	48

Большое значение имеет распределение осадков по времени. Наиболее сильные дожди (30 мм), способствуют размыву грунтов на склонах, бывают в июле (в среднем 0,3 дня). Затяжные моросящие дожди, обеспечивающие наиболее полную инфильтрацию влаги в грунт, приходятся на период с августа по октябрь.

По данным метеостанции Томск наблюденный суточный максимум осадков составляет 76 мм (02 VI 1893 г.), расчетный (1% обеспеченности) – 79мм.

Максимальное среднегодовое количество осадков 685 мм, минимальное – 368 мм. Зимой преобладают осадки обложного характера, летом – ливневого. Максимальное суточное количество осадков в теплый период года (апрель-октябрь) составляет 81 мм. Количество осадков за холодный период (ноябрь-март) – 171 см, за теплый период (апрель-октябрь) – 377 мм.

Осадки холодного периода образуют снежный покров, который появляется в октябре и сохраняется до начала мая. Средняя дата промерзания

почвы – 1 ноября. Число дней со снежным покровом в среднем составляет 187. Самая ранняя дата схода снежного покрова – 12 апреля, поздняя – 26 мая. Высота снежного покрова в лесу 70 см, в поле уменьшается до 30-50 см. Число дней с метелями в году 45, из них наибольшее число приходится на декабрь – 11.

Снежный покров влияет на промерзание почвы (глубину) и ее оттаивание. Средняя декадная высота снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады приведена в таблице 1.13.

Таблица 1.13 - Средняя декадная высота снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады, см

дека да	месяц									наибольшая высота	
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V		
Томск											
1	-	-	14	35	49	60	63	38	-	средняя	68
2	-	-	21	41	54	62	63	18	-	максимальная	85
3	-	9	29	47	56	62	52	-	-	минимальная	3

Даты появления и схода снежного покрова образования и разрушения устойчивого снежного покрова приведены в таблице 1.14

Таблица 1.14 - Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Число дней со снежным покровом	Появление снежного покрова, дата			Образование снежного покрова, дата			Разрушение снежного покрова, дата			Сход снежного покрова, дата		
	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Томск												
178	15 X	23 IX	19 XI	28 X	1 X	15 XI	18 IV	28 III	5 V	30 IV	12 IV	25 V

Высота снежного покрова зависит от условий его переноса ветром. Средняя плотность снежного покрова при наибольшей декадной высоте по данным метеостанции Томск составляет 230 кг/м3.

Вес снегового покрова (Sg) на 1 м горизонтальной поверхности земли по СП 20.13330.2011[43] (актуализированная версия СНиП 2.01.07-85*) [46] для территории района строительства (район IV) принимается равным Sg = 2,4 кПа. Нормативное значение снеговой нагрузки 1,68 кПа.

Глубина сезонного промерзания суглинков и глин составляет 1,9 м; супесей, песков пылеватых и мелких – 2,3 м; песков средней крупности, крупных и гравелистых – 2,4 м; крупнообломочных грунтов – 2,7 м.

Атмосферное давление. Среднее атмосферное давление, приведенное к уровню станции, приведено в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Среднее атмосферное давление, приведенное к уровню станции, мб

станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Томск	1009	1008	1006	1001	997	992	991	993	998,5	1001,5	1006	1008	1001

Ветровой режим на территории г. Томска обусловлен особенностями циркуляции атмосферных потоков воздуха при прохождении циклонов и антициклонов. В течение года наибольшую повторяемость имеют ветры южного направления 60-63%, северные и северо-восточные – 17%.

Повторяемость направления ветра по данным метеостанции Томск приведена в таблице 1.16

В конце осени, зимой и в начале весеннего периода господствуют ветры южного направления при значительной повторяемости юго-западных, что отражено на розе ветров (рис. 1.5.).

Таблица 1.16 - Повторяемость направлений ветров и штилей в % мст Томск (1966-2005 гг.)

Направление ветра									
Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость в %									
I	4	6	10	3	48	22	5	2	14
II	6	7	11	3	46	20	5	2	14
III	9	8	8	3	42	19	8	3	13
IV	13	7	10	4	30	17	12	7	9
V	18	8	9	4	25	14	14	8	11
VI	19	9	12	8	24	8	12	8	17
VII	20	14	17	7	21	6	9	6	21
VIII	18	11	14	8	22	8	13	6	21
IX	13	8	12	9	27	11	14	6	20
X	8	5	8	6	36	22	11	4	16
XI	6	5	6	4	39	26	11	3	14
XII	6	6	9	4	44	23	6	2	14
Год	12	8	10	5	34	16	10	5	15
теплый период	16	9	12	7	26	12	12	6	16
холодный период	6	6	9	3	44	22	7	2	14

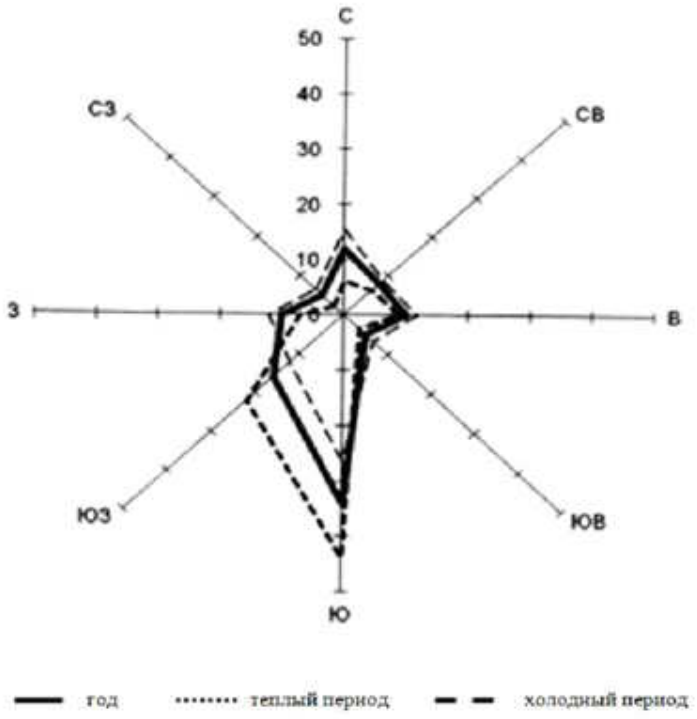


Рисунок 1.5. – Роза ветров

Средние скорости ветра (м/с) представлены в таблице 1.17. Максимальные скорости ветра приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.17 - Средние месячные и годовая скорости ветра м/с

станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Томск	2,5	2,3	2,1	2,3	2,3	1,8	1,5	1,6	1,7	2,1	2,4	2,4	2,1

Таблица 1.18 – Максимальная скорость ветра по флюгеру (ф) и анеморумбометру (а), м/с

Характеристика ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Томск													
скорость	25ф	28ф	34ф	28ф	25ф	22ф	20ф	20ф	28ф	34ф	20ф	28ф	34ф

Среднее число дней со скоростью ветра, равной или превышающей заданное значение приведено в таблице 1.19.

Таблица 1.19 - Среднее число дней со скоростью ветра, равной или превышающей заданное значение

Скорость ветра,	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Томск													
≥ 8 м/с	9,6	8,3	9,6	6,6	6,8	4,2	2,2	2,4	4,5	9,0	9,7	10,1	83
≥ 15 м/с	2,4	2,4	3,1	1,8	1,8	1,1	0,6	0,5	1,0	2,8	2,2	3,0	23
≥ 20 м/с				0,2		0,1	0,1				0,1		0,5

Нормативное значение ветрового давления (W0) принимается в зависимости от ветрового района по СП 20.13330.2011[43] (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) [45]. Территория района работ относится к ветровому району III, где W0 = 0,38 кПа.

По ПУЭ (7-ое изд., 2003 г.)[29]. Территория проектируемого строительства относится к ветровому району II, где W0 = 500 Па.

По данным метеостанции Томск:

- скорость ветра повторяемостью превышения 5% составляет 6,0 м/с;
- коэффициент стратификации атмосферы – 200;
- коэффициент рельефа местности – 1.

В мае повторяемость юго-западных и северо-западных ветров увеличивается, достигая в мае 22-29%. Начиная с мая и до конца лета, увеличивается повторяемость северных и северо-восточных ветров. По карте зон влажности по СП 131.13330.2012 в соответствии с комплексным показателем К=5-9, территория относится к зоне с нормальной влажностью.

Согласно СП 20.13330.2011 п.10, табл. 10.1 расчетные значения веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности – 2,4 кПа. Пониженное нормативное значение снеговой нагрузки определяется с коэффициентом 0,7 (2,40х0,7=1,68 кПа).

Из атмосферных явлений, наблюдающихся в районе изысканий, рассматриваются туманы, грозы, град и метель.

Средняя продолжительность туманов в день с туманом в холодный период (ноября по март) равна 6,6 часа, в теплый период (апреля по октябрь) – 5,1 часа. Среднее число дней с туманами приведено в таблице 1.20.

Таблица 1.20 - Среднее число дней с туманами

станция	месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Томск	0,2	0,2	0,3	0,9	0,6	1	3	4	3	2	0,8	0,4	16

Чаще всего грозы наблюдаются с мая по август. Самым грозовым месяцем является июль. Средняя продолжительность гроз в год по данным метеостанции Томск 1,9 часов, а в июле – 19,7 часов. Очень редко грозы бывают в декабре и январе. Среднее число дней с грозой приведено в таблице 1.21.

Таблица 1.21 - Среднее число дней с грозой

станция	месяцы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Томск	0,03	-	-	0,1	2	5	8	4	2	0,1	-	0,1	22

Град относится к опасным атмосферным явлениям. Выпадение града обычно сопровождается ливневыми осадками, грозами и шквалистым ветром. Среднее число дней с градом приведено в таблице 1.22. Среднее число дней с метелью приведено в таблице 1.23.

Таблица 1.22 - Среднее число дней с градом

месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	год
Томск	-	0,5	0,6	0,4	0,4	0,1	0,04	2,0

Таблица 1.23 - Среднее число дней с метелями

Станция	X	XI	XII	I	II	III	VI	V	VI	год
Томск	2	7	12	10	9	9	2	-	-	51

Средняя продолжительность метели в день с метелью – 10 часов. По данным метеостанции Томск наиболее частые метели при ветрах южного направления.

Гололедно-изморозевые явления. Образование гололеда связано с прохождением теплых фронтов. Число дней с обледенением приведено в таблице 1.24.

Таблица 1.24 - Среднее число дней с гололедно-изморозевыми явлениями

Вид отложений	X	XI	XII	I	II	III	VI	V	год
Томск (1977-2005 гг.)									
Гололед	0,4	0,4	0,1	-	0,1	-	0,03	-	1
Изморозь	0,1	3	6	6	4	2	0,2	-	21
Обледенение всех видов	0,5	3	6	6	4	2	0,2	-	22

Согласно СП 20.13330.2011[43] (актуализированная версия СНиП 2.01.07-85* [45]) толщина стенки гололёда для района II, к которому относится район изысканий, равна 5 мм.

По ПУЭ (7-ое издание, 2003 г.) [29] толщина стенки гололёда для района II, к которому относится исследуемая территория, равна 15 мм (глава 2.5 таблица 2.5.3, рис. 2.5.2).

Согласно СП 131.13330.2012 [43] (актуализированная версия СНиП 23-01-99*) по климатическому районированию для строительства, территория изысканий относится к подрайону – I В.

Климатические условия района строительства сведены в таблицу 1.25.

Таблица 1.25 – Климатические условия района строительства объекта (мст Томск)

Характеристика		Нормативный документ	Значение
Климатический подрайон строительства		СП 131.13330.2012	I В
Абсолютная min температура воздуха, °С		СП 131.13330.2012	минус 55
Абсолютная max температура воздуха, °С		СП 131.13330.2012	35
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С	обеспеченностью 0,92	СП 131.13330.2012	минус 39
	обеспеченностью 0,98	СП 131.13330.2012	минус 41
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С	обеспеченностью 0,92	СП 131.13330.2012	минус 43
	обеспеченностью 0,98	СП 131.13330.2012	минус 44
Нормативное значение ветрового давления для II района, кПа		СП 20.13330.2011	0.30
Нормативное значение ветрового давления, П (скорость ветра, м/с) для II района по ветру		ПУЭ, 7-ое издание	500 (29)
Вес снегового покрова для IV района, кПа		СП 20.13330.2011	2,4
Сейсмичность района строительства, балл		СНиП II-7-81* изменения 5	≤ 5
Район по гололёду		ПУЭ, 7-ое издание	II
		СП 20.13330.2011	II
Толщина стенки гололёда, мм		ПУЭ, 7-ое издание	15
		СП 20.13330.2011	5
Барометрическое давление, гПа		СП 131.13330.2012	1001
Среднегодовая продолжительность гроз, часы с грозой		ПУЭ, 7-ое издание	от 40 до 60

Перечень опасных природных явлений (ОЯ) наблюдающихся в районе изысканий приведен на основании приложения Б, В СП 11-103-97[47] в таблице 1.26.

Таблица 1.26 – Перечень опасных природных явлений

Процессы, явления	Количественные показатели проявления процессов и явлений
Ветер	Скорость более 30 м/с, при порывах более 40 м/с.
Дождь	Слой осадков более 50 мм за период не более 12 ч; более 100 мм за период не более 2 суток; более 150 мм за период не более 4 суток; более 250 мм за период не более 9 суток; более 400 мм за период не более 14 суток.
Ливень	Слой осадков более 30 мм за 1 час и менее

Рассматриваемый район по сочетанию повторяемости приземных инверсий (40%), застоев воздуха (14%), продолжительности туманов (58 часов), повторяемости скоростей ветра 0-1 м/с (24,4%) относится к умеренной зоне ПЗ.

На основе комплексного сочетания климатических параметров, согласно СП 131.13330.2012, район изысканий по климатическому районированию на основе комплексного сочетания средней месячной температуры воздуха в январе и июле, средней скорости ветра за три зимних месяца, средней месячной относительной влажности воздуха в июле относится к климатическому подрайону IВ.

Согласно СП 20.13330.2011 район изысканий относится:

- IV снеговой район (по карте 1 приложения Ж);
- III ветровой район (по карте 3 приложения Ж);
- II гололедный район (по карте 4 приложения Ж).

1.2. Геологическое строение

С точки зрения тектонического строение территория района города Томска расположена на соединении двух структур: эпигерцинской Западно - Сибирской плиты и герцинид Томь-Колыванской складчатой зоны, а вернее в зоне погружения последних (рис. 1.6 и 1.7). Все особенности геологического строения участка связаны с этим. В разрезе можно выделить два структурных этажа: внизу – верхнепалеозойский складчатый фундамент, который представлен песчано-глинистыми сланцами нижнего карбона, местами прорванный дайками диабазов, предположительно юрского возраста; в верхней части – полого залегающий платформенный чехол мел-кайназойского возраста (Иванов, 1956; Мананков, 1999; Ольховатенко, 1999.).

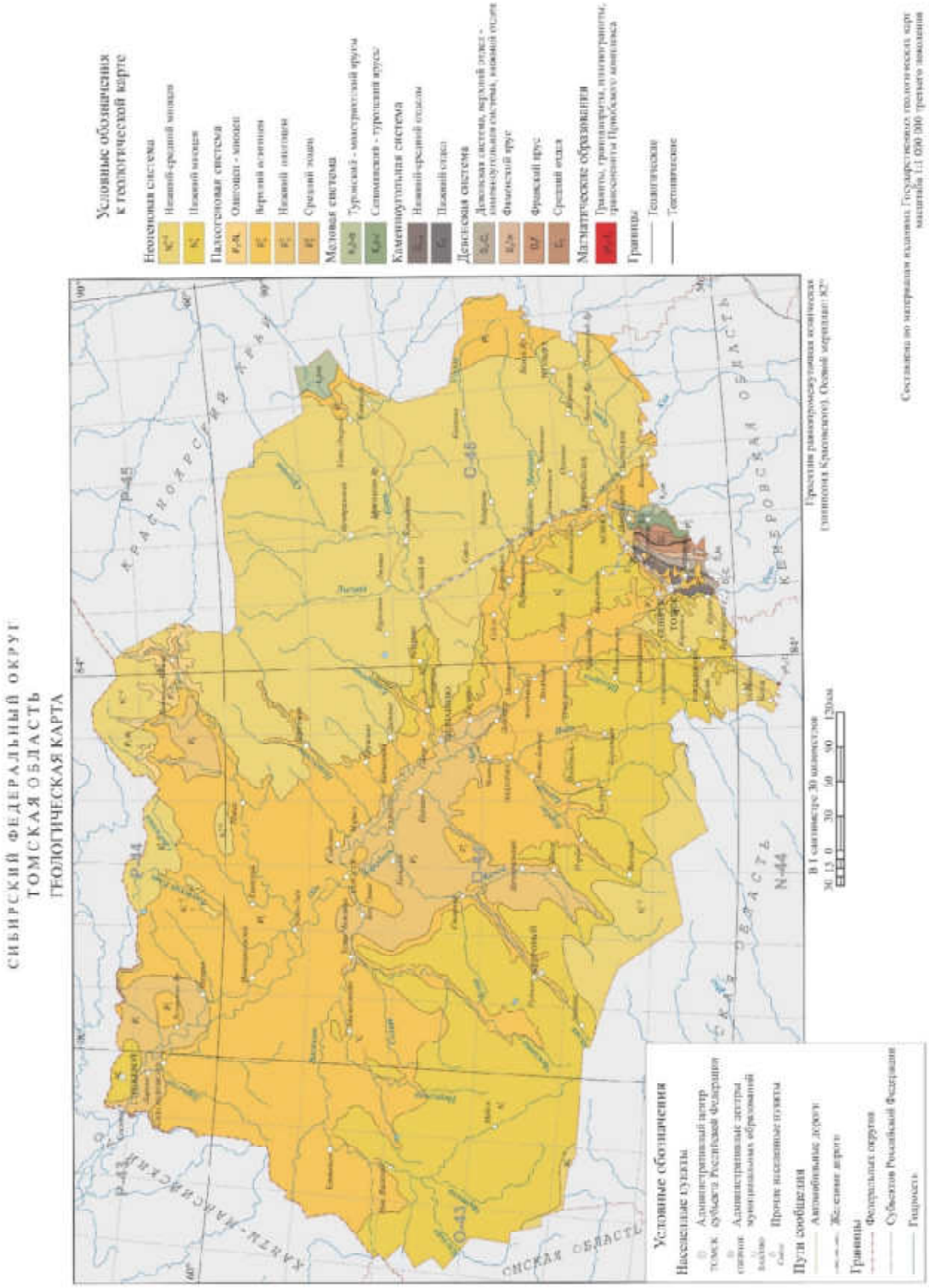
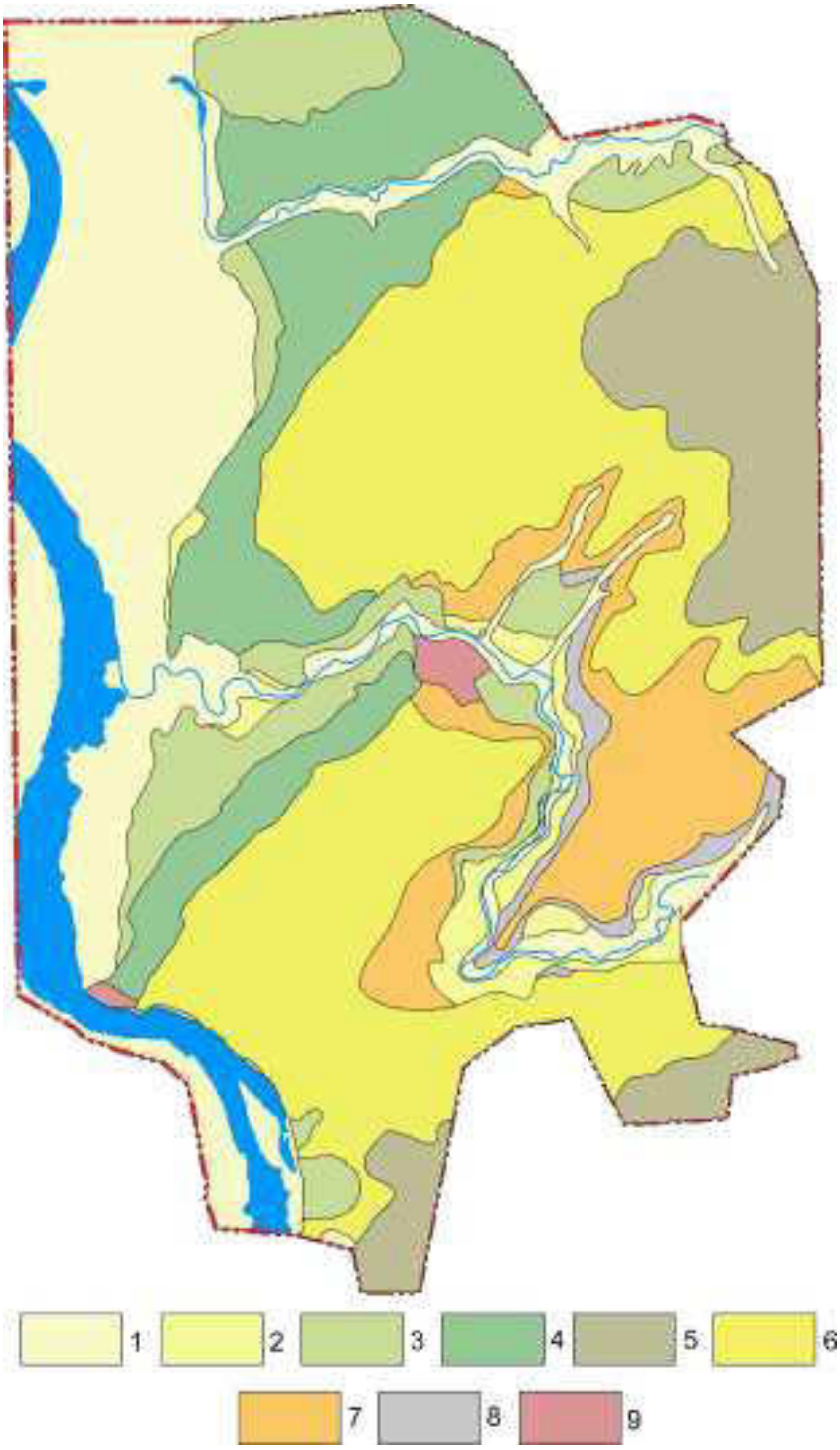


Рисунок 1.6 – Геологическая карта Томской области [1]



1 – современные аллювиальные отложения пойм;
2–4 – верхнечетвертичные аллювиальные отложения:
2 – первой надпойменной террасы;
3 – второй надпойменной террасы;
4 – третьей надпойменной террасы;
5 – среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения тайгинской свиты;
6 – верхненеогеновые отложения кочковской свиты;
7– верхенепалеогеновые отложения новомихайловской и лагернотомской свит;
8 – нижнекаменноугольные отложения;
9 – техногенные отложения

Рисунок 1.7 – Геологическая карта [10]

1.2.1. Стратиграфия и литология

В геологическом строении территории участвуют отложения каменно - угольной, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем (рис. 1.8-1.10)

Палеозойская эра (эратема) Pz

Колывань-Томская складчатая зона сложена среднедевонско-среднекаменноугольными отложениями карбонатно-вулканогенных, терригенных, прибрежно-морских, а также лагунно-континентальных фаций (рис. 1.9) Палеозойская эратема представлена отложениями каменноугольной системы.

Каменноугольный период (система) C

Каменноугольная система представлена отложениями нижнекаменноугольного отдела.

Нижнекаменноугольная эпоха (отдел) C_1

Самыми древними в районе являются отложения нижнего карбона, которые расчленены на два яруса: турнейский C_tи визейский C_v. Отложения турнейского яруса (темные алевролиты и алевролито-глинистые сланцы) распространены к востоку от г.Томска и обнажаются в верховьях рек Ушайки и Басандайки. В районе города распространены в основном отложения визейского яруса. Коренные их выходы отмечаются по правому борту р.Томи в районе Лагерного сада, в устье р.Басандайки, по правому борту р.Ушайки. В пределах площади г.Томска отложения визейского яруса разделены на две свиты: лагерносадскую C_1lg и басандайскую C_1bs сходные по литологическому и минералогическому составу.

Нижняя часть разреза визейских образований, отнесенная к лагерносадской свите, по литологическому составу довольно однообразна и чаще всего представлена глинистыми и алеврито-глинистыми сланцами серой и темно-серой окраски. [24]

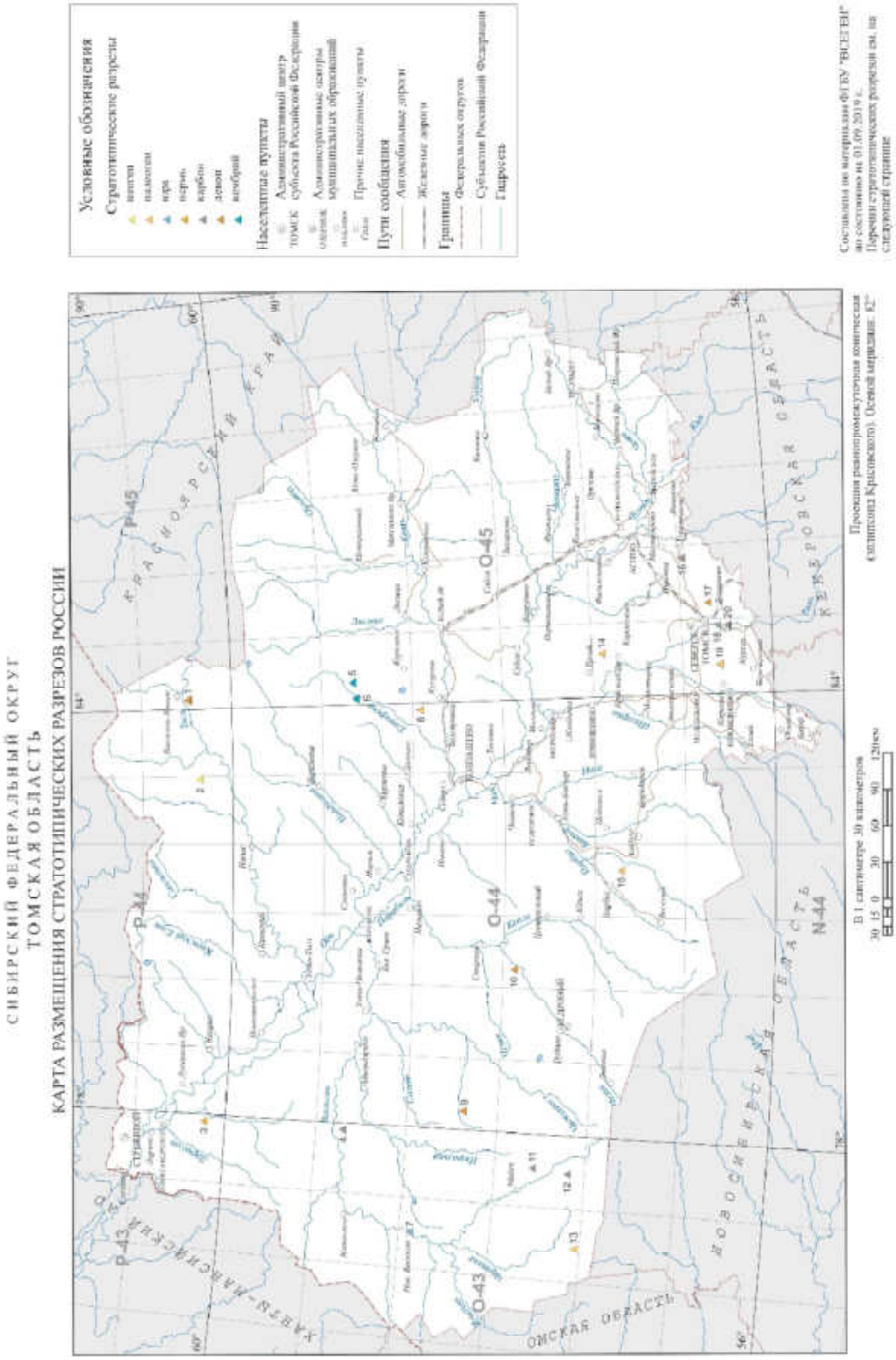


Рисунок 1.8 – Карта размещения стратотипических разрезов России Томская область [1]

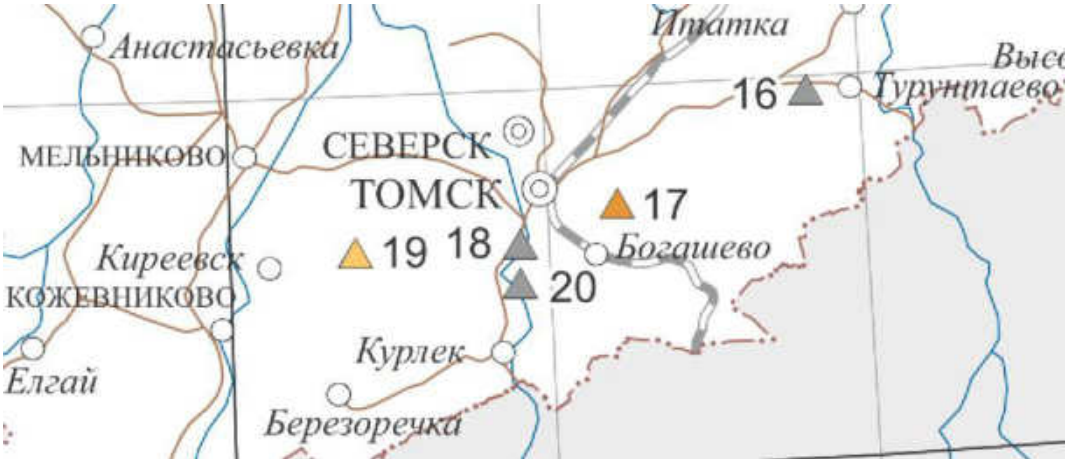


Рисунок 1.9 – Фрагмент карты размещения стратотипических разрезов России г. Томск [1]

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ
Перечень стратотипических разрезов

Номер на карте	Название объекта	Общая стратиграфическая шкала	Литология	Местонахождение	Номенклатура листа масштаба 1:200 000	Координаты	
						X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Стратотип вашюганской толщи	Девон	чередование темно-серых алевролитов, песчаников, аргиллитов известняков (900 м)	сев.Вашюганская (инт.2144-5100 м)	P-45-XXXI	84,143318	60,32235
2	Стратотип аварминской свиты	Нижн	пески разнозернистые с гравием, иногда с каолинитом	р.Лямбояха (Тыа-Кетлаю Ерябы) Зап.-Сиб.низм-ен)	P-44-XXXV	82,958291	60,244356
3	Типовой разрез пригорной толщи	Пермь		сев.Южно-Приозерная-95	P-43-	77,901225	60,157458
4	Стратотип средневаситгинской свиты	Карбон	темно-серые до черных аргиллиты, алевролиты, песчаники с прослоями известняков (590 м)	сев.Средневасюганская-1 (2623-2463 м) по р. Средний Васюган	O-43-XII	77,895326	59,13132
5	Стратотип вельдюдской толщи	Кембрий		сев.Вельдюдская-3 (инт.2938-3088 м)	O-45-VII	84,317027	59,106104
6	Типовой разрез киргинской толщи	Кембрий		сев.Киргинская-1 (2950-3315 м)	O-45-VII	84,08713	59,084258
7	Стратотип вилюгинской свиты	Юра	чередование песчаников и алевролитов с бурыми битуминозными аргиллитами	сев.Новинсколюгская опорная 1-р, инт. 2702-2772 м, Сред. Приобье	O-43-XVII	78,315023	58,585264
8	Стратотип мытурской свиты	Палеоген	коричневые глины, пески разнозернистые, редко гравий	п.Молино	O-44-XVIII	83,095048	58,612296
9	Стратотип сузгинской свиты	Девон		сев.Сузгинская-9 (2976-2910 м), р.Ежаполем	O-44-XIII	78,268976	58,256336
10	Стратотип чумаевской свиты	Девон		сев.Калинская-13 (инт.4434-3417 м)	O-44-XXI	80,258944	57,921848
11	Стратотип елгаровской свиты	Карбон	темно-серые известковые аргиллиты, алевролиты, мергели (до 365 м)	сев. Майская 1, инт. 3171,9-3340,0 м, по р. Елгаровка, правому притоку р. Вижнеги в Томской области	O-45-XXIV	77,532496	57,72248
12	Стратотип табаевской свиты	Карбон	оливиновые базальты, их туфы, конгломераты	сев.Новотабаевская-9 (инт.3151-3002 м)	O-45-XXIV	77,677562	57,461395
13	Стратотип чертановской свиты	Палеоген	глины, алевриты с гонтами и прослоями песков, в верхней части пласты и прослои бурых углей	на р. Чертаны, притоке р. Вижнеги	O-45-XXIII	76,459247	57,373166
14	Стратотип красной свиты	Палеоген	пески серые, кварцевые с каолином, кремн.песчаники, бурый уголь	п.Красный Яр	O-45-XXV	84,59977	57,26893
15	Стратотип кировской свиты	Палеоген	пески серые, алевритистые кварцево-полевошпатовые	п.Кедровка	O-44-	81,640828	57,141076
16	Стратотип тяжинской толщи	Карбон		выходы р. Тяжина (левый приток р. Ямь), район оз. Плодовое	O-45-XXXII	85,954601	56,644249
17	Стратотип мирной толщи	Девон	темно-серые, глинисто-кремнистые известняки сорललовые известковых аргиллитов	сев.Калинская-14 (инт.3155-3111 м), п.Мирный	O-45-XXXII	85,221754	56,463426
18	Стратотип загривинской (мельтонинской) толщи	Карбон	кварцево-глинистые сланцы с прослоями алевролитов и песчаников	загривный сад, г. Томск, р.Томь	O-45-XXXI	84,910083	56,461825
19	Стратотип загривинской свиты	Палеоген	пески светло-серые, мелкозернистые, прослои алевритовых глин	всходные Обь-Томь (Кирзовка)	O-45-XXXI	84,39549	56,396807
20	Стратотип бологдайской свиты	Карбон		р. Томь, приустьевая часть р. Бологдайка	O-45-XXXI	84,905701	56,333035

Рисунок 1.10 – Перечень стратотипических разрезов России Томская область [1]

Сложена лагерносадская свита глинистыми сланцами, с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников, характерных в большей мере для верхних горизонтов свиты. Глинистые сланцы тёмно-серого до сизого цвета, с хорошо выраженной сланцеватой текстурой. В сланцах обнаруживаются слои, которые обычно содержат значительное количество тонкорассеянного пирита. Алевролиты серого цвета, кварцевые, рассланцованные. В алевролитах встречаются глинистые окатыши (3-10 см), косая слоистость.

Рисунок 1.11 – Сводная стратиграфическая колонка Колывань-Томской структурно-фациальной подзоны [9]

Песчаники зеленовато-серые тонко и -мелкозернистые. В песчаных прослоях присутствуют мелкие крошки гальки и линзочки глинистого вещества, указывающие на процессы перемыва нижележащих отложений. Характерная особенность лагерносадской свиты заключается в малом содержании в ее составе известковистых пород. Нижняя часть толщи

характеризуется малым проявлением слоистости, в верхний горизонт свиты состоит из частых прослоев алевролитов и гнездообразных тел песчаников, а также линз сидеритизированных пород. [9.]

В верхней части разреза визейских образований, приурочена к басандайской свите, которая составлена песчаниками, алевролитами и углисто-глинистыми сланцами. Песчаники этого разреза в литологическом отношении очень характерны и разнообразны. Их окраска меняется от светло-серой, голубовато-серой, зеленовато-серой и желтовато-серой.Структура песчаников средне - и крупнозернистая, а текстура часто бывай слоистой. [9]

Отличительная характеристика состава басандайской свиты заключается в большем количестве песчано-алевритового материала, а также наличие пластов с остатками наземной флоры и прослоев каменного угля. В отдельных горизонтах свиты появляются малые сидеритизированные конкреции, с заключёнными в них гастроподами, пелециподами и др.

Мезозойская эра (эратема) Mz

Мезозойская эратема представлена отложениями меловой системы.

Меловой период (система) К

В меловом периоде на отложениях нижнего карбона сформировались элювиальные образования коры выветривания. Они наблюдаются в обнажениях по правому берегу долины р.Ушайки.

Мощность свиты изменяется от нуля до нескольких десятков метров. Она состоит в основном из глин белых, желтовато-бурых и даже голубых. Возраст коры выветривания достоверно не определен. Меловым периодом ее датируют условно. [24]

В северо-западной части территории встречаются отложения верхнего мела, которые выделяют в симоновскую свиту Ksmn. Отложения свиты образованы песками с маломощными прослоями глин континентального генезиса. [24]

В симоновской свите определяют две подсвиты. Нижняя подсвита состоит в большей своей части из песков светло-серого цвета, аркозовов, с прослоями и линзами серых глин, алевролитов, сливных окварцованных

песчаников, с включениями янтаря. Галечники кремнистого состава залегают в основании подсвиты.

В обнажениях на р.Кия (у дер.Кубаево и на г.Арчекас) и р. Чебуле из самых нижних горизонтов симоновской свиты выявлен флористический комплекс, в котором основными являются листья Sapindopsis kryshtofovichii (I. Lebed.) Golovn., Araliop-soides kinesis (Baik.) Golovn. и Protophyllum sp. (Головнева, 2004). Эти растения относятся к представителям субтропических флор, а из хвойных пород преобладают побеги Sequoia sp. Возраст нижней подсвиты симоновской свиты, по данным спорово-пыльцевого анализа, определяется поздним сеноманом. Мощность нижней подсвиты симоновской свиты до 400 метров.

Верхняя подсвита симоновской свиты состоит из песков и глин. В основании верхней подсвиты появляются включения гальки и других грубообломочных пород. У песков наблюдаются серый, голубовато-зеленоватый, грязно-желтые цвета. Зернистость песков различная, они сильно каолинизированы, иногда пиритизированы. В них находятся растительные остатки, лигнит и янтарь. Глины имеют пестроцветную окраску: темно-серую, зеленовато-серую, белесую, кирпично-красную, голубоватую, охристую и в их составе присутствуют гидроокислы железа, так же встречаются обуглившиеся растительные остатки, ходы червей. В песках отмечается косая и горизонтальная слоистость. [9]

Кайнозойская эра (эратема) Kz

Кайнозойская эратема представлена отложениями палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

Палеогеновый период (система) P

Отложения палеогеновой системы много где встречаются в районе города и показаны континентальными фациями, с размывом залегающими на отложениях нижнего карбона и глинах коры выветривания. Из отложений палеогеновой системы в районе города в основном присутствуют породы олигоцена (нерасчлененные отложения новомихайловской и лагернотомской

свит). Осадки совместных свит выходят на поверхность по правому берегу р.Томи (Лагерный сад), по левому и правому берегам р.Ушайки. Отложения этих свит распоагаются на размытой поверхности палеозойского фундамента и имеют двойное строение: внизу по разрезу, в большинстве, песчанистый состав, сверху, обычно глины. Мощность отложений в сумме составляет 29.1м. [24]

Новомихайловская свита состоит из глин, алевритов и реже песков. Глины по окраске бывают шоколаднокоричневыми, бурыми, светло-коричневыми, он сильно каолинизированы, жирные, пластичные, с примесями гидроокислов железа. Глины насыщены органическим веществом, состоят из прослоев погребенных почв, стволов деревьев, прослоев лигнитов и бурых углей (мощностью от нескольких сантиметров до 6 метров). В глинах присутствует тонкая горизонтальная слоистость, подчеркнутая линзочками и гнездами песка, алеврита. В разрезах иногда встречаются светло-серые или белые глины, иногда буроватые жирные не слоистые с глыбово-щебнистой отдельностью, с захороненными в вертикальном положении обугленными стволами деревьев или пней разных размеров. Алевриты встречается серого, зеленовато-серого, темно-бурого цвета. Тонкая горизонтальная слоистость в них подчеркнута прослойками, которые обогащенны растительной сечкой. Цвет песков разнообразен: серый, зеленовато-серый, буровато-серый. По составу пески мелко- и тонкозернистые, алевритистые, плохо сортированные, полевошпатово-кварцевые, образующие слои разной мощности в основании которых расположены примеси гравийно-галечного материала. В песках, аналогично содержанию в алевритах, наблюдается большое количество растительных детритов и чешуек слюды.

Новомихайловской свите присуще наличие прослоев бурого угля, мощностью в несколько метров, а также лигнитов, растительного детрита и обломков древесины.

Не редко в отложениях свиты обнаруживаются пачки, с тонкими прослойками глины, алеврита и тонкозернистых песков с миллимитровой мощностью отдельных прослойков. [9]

Неогеновый период (система) N

Неогеновая система представлена отложениями верхнего плиоцена.

Верхний плиоцен. Кочковская свита (N_2kc)

Отложения кочковской свиты повсеместно встречаются во всех районах города. Отложения перекрыты осадками тайгинской свиты. Они залегают с глубоким размывом на осадках, соединенных новомихайловской и лагернотомской свит. [24]

Свита разбивается на две части: нижнюю – аллювиальную, которая сложена песчано-галечниковыми отложениями, и верхнюю – озёрную, представленную в большей части глинами и алевритами. В состав свиты входят: глины и алевриты серые, буровато-серые и желтовато-серые, плотные, частично каолинизированные, с отдельными линзами и гнёздами тонкозернистых кварцевых песков светло-серого или жёлтого цвета, с пятнами бурых окислов железа и прослоями лигнита. По результатам спорово-пыльцевого анализа, комплексу остракод, которые полученны из отложений этого стратиграфического уровня, отложения кочковской свиты датируются как поздний эоплейстоцен. Особенности растительности (кустарниковые, мхи) позволяет сделать вывод о том что климат во время формировании верхнекочковской подсвиты был холодном и влажным [9]

Возраст свиты как верхнеплиоценовый определялся многими исследователями на соседних территориях (К.В.Иванов, 1960; Т.С.Иванова).

Четвертичный период (система) Q

Четвертичная система представлена отложениями нижне-, средне-, верхнечетвертичного и современного звеньев.

Нижнечетвертичное звено. Тайгинская свита Q_1tg

Самыми древними из четвертичных отложений являются отложения тайгинской свиты, которые залегают на склоне Томь-Яйского водораздела и перекрывают с размывом кору выветривания и отложения олигоцена.

Эта свита состоит из серых, голубовато-серых иловатых озёрных, аллювиально-озёрных глин, суглинков, супесей и песков. Расположена на

породах палеозоя, реже на кочковской свите. На водораздельных пространствах свита перекрывается покровными лёссовидными суглинками позднего неоплейстоцена. [9.]

Средне-вернечетвертичное звено Q_{II-III}

Покровные средне-верхнечетвертичные отложения имеют широкое распространение во всех районах города. Они состоят из покровных отложений суглинков лессовидных, супесей. Мощность отложений меняется от 0 до 5 м и более. [24]

Верхнечетвертичное звено Q_{III}

Верхнечетвертичные отложения представлены отложениями первой, второй и третьей надпойменных террас р. Томи. [24]

1.Отложения третьей надпойменной террасы aQ^3_{III} в основном состоят в нижней части из песков, супесей с редкой галькой и суглинков лессовидных в верхней части. Мощность осадков террасы 5.5-15м.

2.Отложения второй надпойменной террасы aQ^2_{III} состоят из гравийно-галечниковых осадков, песков, иногда суглинков. Расположены осадки террасы на породах палеозоя и на осадках палеогена. Мощность осадков террасы достигает 20м.

3. Отложения первой надпойменной террасы aQ^1_{III} располагаются сразу на коре выветривания палеозойских пород. В нижней части террасы преобладает галечник, перекрытый пылеватыми суглинками, супесями и глинами. Мощность отложений террасы достигает 17м.

На основании находок пресноводных двустворок и гастропод Т.А.Кузьмина датирует эти отложения поздним плейстоценом (Ярмакова, Сулакшина,1963). [24]

Современное звено Q_{IV}

К современным отложениям на территории г.Томска приписаны отложения пойменных террас р.Томи, Ушайки, Киргизки, а также техногенные грунты tQ_{IV}. Располагаются пойменные отложения на размытой поверхности палеогеновых отложений, а также на коре выветривания палеозойских пород.

Современные отложения в большей своей части состоят из галечника, песка, суглинка, ила, торфа. Мощность отложений 4-5м. [38]

1.2.2 Тектоника

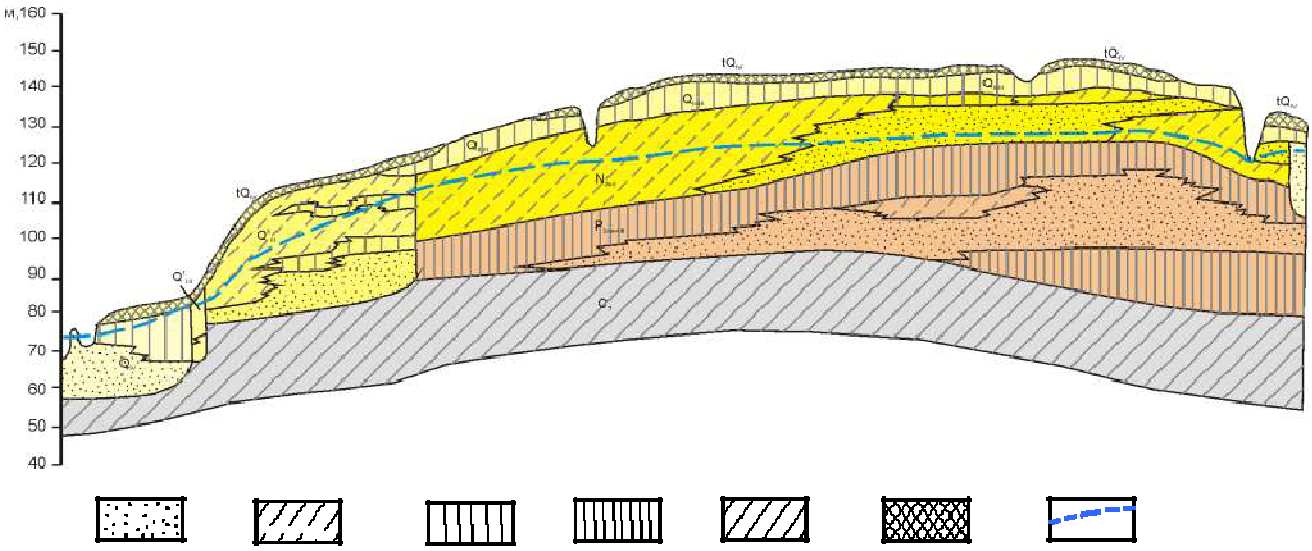
Город Томск находиться на северо-западной окраине Саяно-Алтайской складчатой области, в месте погружения герцинид Томь-Колыванской складчатой зоны под мезозой-кайнозойский чехол эпигрецинской Западно-Сибирской плиты. [4] Глинистые сланцы и песчаники нижнего карбона в конце палеозоя подвергались интенсивной складчатости герцинского цикла тектогенеза, в результате чего были собраны в напряженные антиклинальные и синклинальные складки северо-восточного расположения с углами падения до 80-850. [4] Складки асимметричны, слегка наклонены на северо-запад, юго-восточные крылья антиклиналей более пологие, чем северо-западные. Породы нижнего карбона сильно рассланцованы, интенсивно раздроблены. Обнаруживаются нарушения взбросо-надвигового типа, которые ориентированы по простиранию складчатых структур. К тому же, существуют нарушения с широтной ориентировкой, которые совпадают с направлением даек. Сейчас продолжается движение положительного знака, то есть поднятие.

1.3 Гидрогеологические условия

Гидрогеологическое строение территории города предопределяется её расположением на соединении двух крупных геологических структур Колывань-Томской складчатой зоны и Западно-Сибирской плиты. Отличительные черты геологического разреза определяет двухэтажное гидрогеологическое строение его территории (рисунок 1.12).

Верхний гидрогеологический этаж состоит из рыхлых образований чехла мезо-кайнозойского возраста. Он образован водоносными комплексами четвертичных, палеогеновых и меловых отложений. Комплекс четвертичных отложений включает в себя водоносные горизонты низких террас (пойма и первая надпойменная терраса), высоких террас (вторая, третья и четвертая надпойменные террасы) р. Томи и ее притоков, водораздела и его склонов. В верхних частях гидрогеологического разреза широко распространена верховодка

Нижний гидрогеологический этаж представлен водоносными породами палеозойского складчатого фундамента. Это преимущественно глинистые сланцы и, в меньшей мере, песчаники. Породы фундамента выходят на дневную поверхность в русле и по берегам р. Томи и в долине р. Ушайки погружаются в северном и северо-западном направлениях на глубины 80–100 м и более.



1 – пески; 2 – супеси; 3 – суглинки; 4 – глины; 5 – глинистые сланцы; 6 – насыпные грунты; 7 – уровень подземных вод

Рисунок 1.12 – Схематический гидрогеологический разрез уровень подземных вод

Водоносность горных пород связана с зоной региональной трещиноватости мощностью 20–80 м. Глинистая кора выветривания палеозойских отложений является очень хорошим водоупором, который разделяет нижний гидрогеологический этаж от верхнего. Подземные воды нижнего этажа напорные их уровни держатся на глубинах 30–35 м. Водообильность отложений колеблется, но в основном мала. Удельные дебиты скважин меняются от тысячных до десятых долей л/сек.

Во всех районах города верховодка широко распространена и развита на всех геоморфологических элементах. Исключение составляет вторая терраса. Горизонты верховодки отнесены к супесчаным разностям пород, покровным суглинкам, особенно гумусированным и иловатым, болотным отложениям и

насыпным грунтам. Глубина их залегания меняется от 0,5 до 4-5 м. Водообильность образований, в которых содержится верховодка, низкая - удельные дебиты, для насыпных грунтов не превышают 0,03 л/с и 0,06 л/с - для иловатых суглинков в естественном залегании. В большинстве случаев верховодка имеет сезонный характер, а для постоянно действующих горизонтов присущи значительные колебания уровней. [29]

1.3.1 Основные водоносные горизонты и комплексы

Водоносный комплекс четвертичных отложений состоит из водоносных горизонтов низких террас рек Томи и Ушайки, высоких террас р.Томи, водораздела и его склонов, а также горизонтов верховодки.

Верховодка в пределах территории города развита на всех геоморфологических элементах (рис. 1.13), за исключением II террасы, характеризующейся преимущественно песчаным разрезом, не подходящим для ее формирования. Водовмещающими отложениями для развития верховодки являются супесчаные разности, покровные суглинки, гумусированные, иловые, болотные отложения и насыпные грунты.

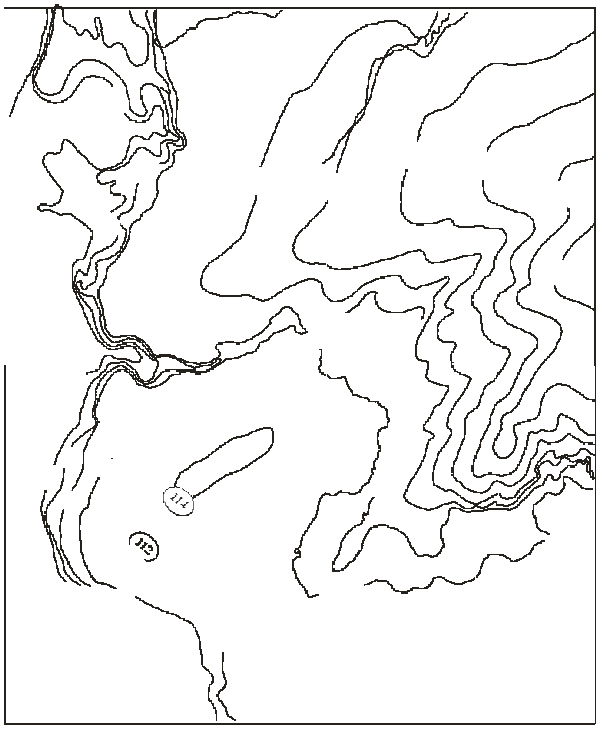


Рисунок 1.13 – Уровни подземных вод водоносного комплекса четвертичных отложений [11]

На низких террасах р. Томи верховодка располагается севернее устья р. Ушайки и занимает большие площади (район ул. Дальне-Ключевской). Повсеместному распространению верховодки по площади благоприятствуют плоский рельеф поверхности террас, часто, имеющий обратные уклоны в их тыловых частях, наличие множества западин, зарегулированность поверхностного стока. Глубина залегания верховодки колеблется от 0,5 до 4–5 м, а мощность обуславливается строением разреза и взаимоотношением с горизонтами грунтовых вод. В тыловых частях террас верховодка и горизонты гравийно-галечниковых отложений образуют единую зону насыщения. По мере приближения к реке создаются сложные взаимоотношения уровней верховодки и грунтовых вод.

Верховодка высоких террас реки Томи располагается в виде двух больших пятен, которые охватывают центральную часть междуречья Томь-Ушайка в южной части города и площадь в районе Белого озера. Верховодка южной части города расположена на глубинах от 1,5 до 8–9 м. Её образованию на третьей террасе благоприятствует наличие слоев и линз плотных суглинков, а также глин, которые залегают в основании супесчано-суглинистых отложений. Уровни подземных вод формируют купола растекания. На водораздельных участках их отметки 134– 136 м, а на периферии площади 114–124 м абс. Высоты (рис. 1.14).

В районе Белого озера глубина залегания верховодки составляет от 1,5 до 10 м, Ее уровни, в сглаженном виде, повторяют рельеф и имеют отметки абсолютной высоты от 103–104 до 130–135 м. Верховодка здесь схожа с грунтовым потоком – имеет выраженный уклон поверхности и широкое распространение по площади.

Схожий с грунтовыми водами характер имеет и верховодка, развитая в границах Томь-Яйского водораздела (район Иркутского тракта и прилегающих площадей). Развитию верховодки в данном районе благоприятствует обилие понижений рельефа и западин, волнистость поверхностей контактов грунтов

различного литологического состава. Глубина залегания верховодки колеблется от 2 до 10 м, сохраняя рельеф поверхности.

Поверхность верховодки в сглаженном виде сохраняет форму крупных элементов рельефа. Максимальные значения её отметок (180–185 м) принадлежат к гипсометрическому водоразделу в северо-восточной части города, минимальные (125–130 м) к склону водораздела, который направленн в сторону долины р. Киргизка. Уровни на водораздельной поверхности междуречья рек Ушайки и Киргизки залегают на отметках 150–160 м. Характер гидроизогипс верховодки создает впечатление присутствия потока подземных вод, направленного в сторону долины р. Киргизки и в районе Иркутского тракта где приобретает двухстороннею разгрузку на северо-запад и юг.

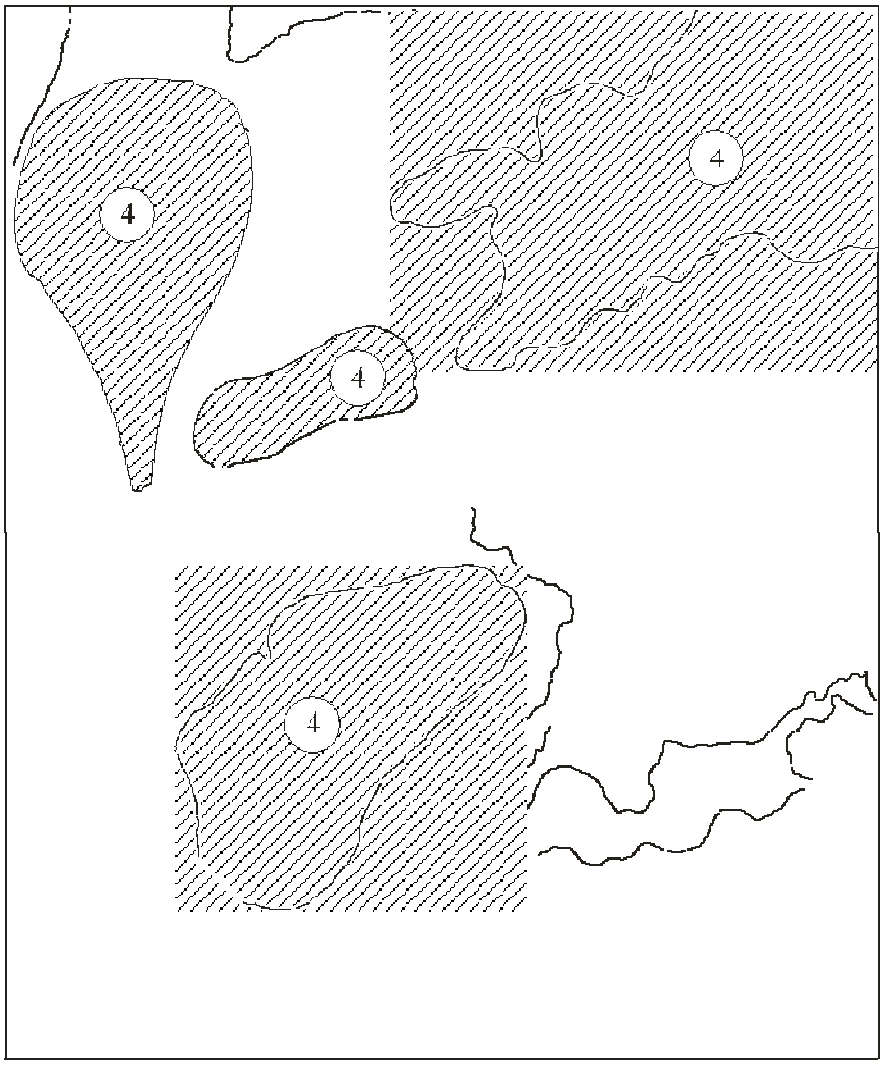


Рисунок 1.14 – Границы верховодки [11]

Его структура весьма неоднородна на участках, где слои супесчаных и песчаных разностей подстилаются хорошо выдержанными по площади глинистыми породами, верховодка образует сливные массивы и может рассматриваться как грунтовый водоносный горизонт, который характеризуется определенными геометрическими и гидравлическими параметрами [20]

Водоносный горизонт низких террас представлен толщей песчано-гравийных отложений мощностью от 6 до 13 м. В кровле залегают суглинки, глины с прослоями песка, иловатые разности пород. Глубины залегания водоносных отложений изменяются от 5 до 22 м. Водоносный горизонт является безнапорным около русла р. Томи. Напоры увеличиваются с удалением от реки. Они достигают 7 м у границ террас и достигают поверхности земли. Подземные воды тесно гидравлически связаны с поверхностными водами рек Томи и Ушайки. Водообильность отложений характеризуется удельными дебитами скважин от 0,2 до 6,9 л/с. Она зависит от состава и степени промытости водовмещающих пород. Коэффициенты фильтрации изменяются от 1–2 до 70–80 м/сут. Среднее значение коэффициента фильтрации составляет 20–30 м/сут.

Колебания уровней подземных вод повторяют в сглаженном виде сезонные изменения уровней р. Томи. Амплитуда колебаний уровней составляет 5–7 м. Это свидетельствует о достаточно обильном питании за счет инфильтрации.

Водоносный горизонт высоких террас занимает практически все междуречье Томь-Ушайка и обширные территории склона долины р. Томи. Водовмещающие отложения имеют мощность 8–12 м. Она увеличивается до 20– 25 м в южной части города. Породы представлены песками, супесями, реже галечниками. Водообильность отложений невысокая и характеризуется удельными дебитами скважин от 0,07 до 0,3 л/с. Коэффициенты фильтрации песков составляют 3–5 м/сут. Глубины залегания уровней зависят от геоморфологического и гипсометрического положения и составляют 15–20 м в

пределах третьей и четвертой террас. В основании обводненной толщи залегают водоупорные породы коры выветривания палеозойских отложений. В пониженных частях рельефа подземные воды частично разгружаются и создают заболачивание. Основная разгрузка подземных вод происходит перетеканием в горизонты, залегающие ниже.

В восточной части города развит водоносный горизонт водораздела. Он представлен песками и супесями, которые располагаются на отложениях палеогена. Этот водоносный горизонт хорошо дренирован, благодаря высокому гипсометрическому положению территории. Подземные воды располагаются на глубинах, обычно превышающих 15–20 м. Они сохраняют самостоятельное значение лишь при наличии глинистого водоупора. При выклинивании и фациальном замещении глинистых пород песками и супесями уровни подземных вод, обычно, устанавливаются в отложениях палеогена.

В северной части города на большинстве участков развит водоносный комплекс палеогеновых отложений, который представлен рядом песчаных водоносных горизонтов. Эти горизонты имеют невыдержанные мощности и разделены друг от друга глинистыми породами. Водообильность отложений колеблется. Горные породы имеют низкие фильтрационные свойства на водоразделах и у границ выклинивания водовмещающих пород. Удельные дебиты скважин не превышают сотых долей литра в секунду. Хорошо выдержанный водоносный горизонт мощностью до 40–50 м расположен в нижней части разреза палеогена. Он состоит из разнозернистых песков с прослоями глин и лигнитов. Глубины залегания изменяются от 20 м в пойме р. Томи до 60 м на водораздельных участках. Подземные воды имеют напорный характер. Пьезометрические уровни устанавливаются близко к дневной поверхности в пойме и достигают глубин 70 м на водоразделах. Водообильность горизонта высокая. Эксплуатационные скважины, расположенные в долине р. Томи, дают дебиты до 4–6 л/с.

Водоносные горизонты палеогеновых отложений разделяются друг от друга и от залегающих выше четвертичных отложений глинистыми

водоупорами, которые имеют «литологические окна», через которые осуществляется достаточно сильная гидравлическая связь.

Подземные воды комплекса палеогеновых отложений существенного влияния на условия строительства не оказывают. Их негативная роль ярко проявляется на склонах речных долин (обрыв Лагерного сада, микрорайон Солнечный). Здесь разгрузка подземных вод по песчаным слоям приводит к суффозионным процессам, являющимся одной из причин потери устойчивости откосов [7, 33].

Водоносный комплекс меловых отложений имеет широкое распространение в пределах Обь-Томского междуречья, где выделяется до трех напорных водоносных горизонтов, относящихся к пескам, которые чередуются с глинистыми породами. Комплекс меловых отложений, его верхний водоносный горизонт, обнаружен только в северной части города. Глубины залегания горизонта в долине реки Томи составляют 80–100 м. Мощность песчаной толщи составляет 20–25 м. Уровни подземных вод устанавливаются на 3–5 м выше дневной поверхности. Водообильность отложений низкая. Удельные дебиты скважин колеблются от тысячных до десятых долей литра в секунду.

Водоносный комплекс палеозойских отложений, имеющий большое распространение, относиться к зоне экзогенной трещиноватости нижнекаменноугольных пород (басандайская и лагернотомская свиты) и пермь-триасового дайкового комплекса. Водоносные породы выходят на дневную поверхность в долине р. Томи (район Лагерного сада) и в долине р.Ушайки. В северном и северо-западном направлениях породы палеозойского фундамента резко погружаются до глубин 80–100 м (район Черемошников). Наибольшие глубины залегания пород палеозойского фундамента отмечаются в северной части городской территории.

Наиболее водоносна зона региональной трещиноватости мощностью 20–80 м. Воды в основном имеют напорный характер. Уровень устанавливается на глубинах от 0 до 33–35,5м. Водообильность отложений различна и, в целом

низка. Удельные дебиты скважин колеблется до десятых долей литра в секунду. Участки наиболее высокой водообильности присущи для зон дробления.

В большинстве районов города подземные воды палеозойских отложений используются для водоснабжения различных предприятий.

Воды трещиноватой зоны палеозойских образований гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,2–0,5 г/л и общей жесткостью порядка 6 мг-экв/л.

1.3.2 Особенности химического состава подземных вод

Отмечается пестрота химического состава верховодных горизонтов, где являются основными гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевые воды с минерализацией на уровне 300-400 мг/л. Нахождение в пробах воды нитрат-иона с концентрацией до 40 мл/л указывает на наличие загрязнения техногенного происхождения. [29]

Каждый гидрогеологический комплекс имеет свои характерные особенности (табл. 1.27– 1.31). Первые от поверхности горизонты четвертичных отложений отличаются значительной степенью техногенного воздействия (табл. 1.27, 1.28). Это можно наблюдать при сопоставлении таблиц 1.27 и 1.28 с таблицей 1.31, в которой представлены сведения о составе подземных вод в четвертичных отложениях в районе расположения Томского месторождения подземных вод. Так, например, среднее содержание Cl-иона более чем в 10 раз (45,14 против 4,09 мл/л) превышает фоновое значение. Загрязнение наблюдается по всему спектру исследуемых элементов и в крупных масштабах.

Даже на соседних участках наблюдается изменения типа вод от гидрокарбонатного кальциевого до хлоридно-гидрокарбонатного натриевого, минерализация же колеблется от 0,1 до 1,9 г/л. Пестрота химического состава, минерализация, жесткость и содержание отдельных компонентов увеличиваются от водораздела к низким террасам (табл. 1,27).

Таблица 1.27 – Химический состав подземных вод водоносного комплекса четвертичных отложений по материалам ТомскТИСИЗа и ТПУ за 1967-1980 гг. [10]

Компоненты	Ед. изм	Содержание (минимальное-максимальное/среднее)				
		Пойма и I террас	II терраса	III терраса	Водораздел	Комплекс четвертичных отложений
Ca^{2+}	мг/л	86,0-424,0 181,2	96,0-258,0 174,0	13,2-268,0 172,7	24,0-230,0 123,7	13,2-424,0 157,4
Mg^{2+}	мг/л	11,0-203,4 48,6	9,8-36,0 23,9	1,0-85,4 34,0	3,7-15, 9,4	1-203,4 26,6
$Na^{+}+K^{+}$	мг/л	19,3-240,1 76,6	6,9-131,1 68,1	3,5-85,6 37,3	0,69-36,3 10,6	0,69-240,1 43,4
Cl^{-}	мг/л	63,9-291 134,1	85,2-248,5 136,7	7,0-191,7 93,1	17,7-142 35,5	7-291,0 95,2
$SO4^{2-}$	мг/л	1,0-75,0 37,2	1,0-131,0 60,1	1,0-70,0 34,4	12,0-100,0 45,4	1-131,0 43,0
HCO_3^{-}	мг/л	305-1891 727,1	57,3-780,0 491,8	115,0-854 396,5	67,1-658,0 339,0	57,3-1891 455,6
CO_2^{-}	мг/л	41,8-391,6 147,1	35,6-225,2 89,6	22,0-171,6 95,4	44,0-79,2 61,0	13,2-391,6 89
Жесткость	мг-экв/л	5,2-23,6 13,1	6,0-15,6 11,29	4,0-18,3 9,43	1,5-11,8 6,96	1,5-23,6 10,1
Минерализация	г/л	0,37-1,905 0,842	0,53-1,138 0,708	0,229-1,309 0,625	0,099-0,687 0,386	0,09-1,905 0,618

Таблица 1.28 Химический состав подземных вод водоносного комплекса четвертичных отложений (по современным данным) [10]

Компоненты	Единицы измерения	Минимальное	Максимальное	Среднее
pH	–	6,7	7,6	7,3
Жесткость	мг-экв/дм^3	4,00	8,50	6,45
CO_2	мг/дм^3	0,00	44,00	19,60
HCO_3^{-}	мг/дм^3	218,00	421,00	339,75
SO_4^{2-}	мг/дм^3	0,00	60,00	12,75
Cl^{-}	мг/дм^3	7,10	106,30	45,14
Ca^{2+}	мг/дм^3	56,10	128,00	98,29
Mg^{2+}	мг/дм^3	12,20	32,94	18,73
$K^{+}+Na^{+}$	мг/дм^3	4,66	32,25	15,18
Na^{+}	мг/дм^3	7,63	28,00	15,53
K^{+}	мг/дм^3	1,00	2,10	1,43
NH_4^{+}	мг/дм^3	0,10	3,40	0,81
NO_3^{-}	мг/дм^3	0,00	21,01	6,13
NO_2^{-}	мг/дм^3	0,00	1,08	0,30
Li^{+}	мг/дм^3	0,015	0,19	0,017
Fe общ	мг/дм^3	0,00	10,60	1,89
Fe^{2+}	мг/дм^3	0,00	10,30	1,67
Fe^{3+}	мг/дм^3	0,00	0,50	0,20
Окисляемость	мгO_2/дм^3	1,00	13,40	4,23

Таблица 1.29 – Химический состав подземных вод комплекса четвертичных отложений на территории города [38]

Компоненты, мг/л	Водораздел	III терраса	II терраса	Пойма и I терраса	Комплекс четвертичных отложений
Ca^{2+}	24,0-230,0 123,7	13,2-268,0 172,7	96,0-2580,0 174	86,0-240,0 181,2	13,2-4240 157,4
Mg^{2+}	3,7-15,9 9,4	>1-85,4 34,9	9,8-36,6 23,9	11,0-203,4 48,6	> 1-203 ,4 26,6
$Na+K^{-}$	0,69-36,3 10,6	3,5-85,6 37,3	6,9-131,1 68,1	19,3-240,1 76,6	0,69-240,1 43,4
Cr^{+}	17,7-142,0 35,5	7,0-191,7 93,1	85,2-248,5 136,7	63,9-291,0 134,1	7,0-291,0 95,2
$S0_4^{2-}$	12,0-100,0 45,4	>1-70,0 34,4	>1-131,0 60,1	>1-75,0 37,2	>1-131,0 43
HCO_3^{-}	67,1-658,0 339	115,9-854,0 396,5	57,3-780,8 491,8	305,0-1891,0 727,1	57,3-1891,0 455,6
CO_2^{-}	44,0-79,2 61	22,0-171,6 95,4	35,6-225,2 89,6	41,8-391,6 147,1	13,2-391,6 89
Жесткость	1,5-11,8 6,96	4,0-18,3 9,43	6,0-15,2 11,29	5,2-23,6 13,1	1,5-23,6 10,1
Минерализация	0,099-0,687 0,386	0,229-1,309 0,625	0,536-1,138 0,708	0,378-1,905 0,842	0,099-1,905 0,618
	Примечание: в числителе минимальные- максимальные значения, в знаменателе - среднее				

Мягкие воды появляются только в пределах водораздела и четвертой террасы. Это воды верховодок, которые образуются за счет атмосферных осадков. В пределах других террас преобладают жесткие и очень жесткие воды. Такая особенность перемены химического состава взаимосвязана с гидродинамическими характеристиками фильтрационных потоков, направленных от водоразделов к долинам рек, доказывает наличие питания подземных вод и указывает на увеличение времени контакта воды и породы при движении к областям разгрузки.

Если сравнивать подземные воды водоносных комплексов палеогеновых и палеозойских отложений с водами четвертичных отложений, то моно сделать вывод, что они в большей степени защищены от техногенного влияния. Тем не менее, если сравнивать таблицы 1.30 и 1.31, в водах палеогеновых отложений на территории города, заметны техногенные изменения по таким компонентам, как сульфаты, нитраты, нитриты, хлориды. Степень техногенных изменений вод палеогеновых отложений обуславливается их фильтрационными

характеристиками, а также тесного взаимодействия с расположенными выше загрязненными водами четвертичных отложений. По той причине подземные воды палеогеновых отложений имеют большее загрязнение в южной части города на территории расположения высоких террас р. Томи. В том месте выделяются максимальные концентрации аммония, фенолов, величины перманганатной окисляемости. С северной части города Томска на месте пойм и первой надпойменной террасе р. Томи, с хорошими фильтрационными свойствами (коэффициенты фильтрации до 200 см/сут) воды палеогеновых отложений загрязнены намного меньше.

В основном, воды палеогеновых и палеозойских образований поддерживают свой естественно-природный облик. Характеристики, которые показывают продолжительность взаимосвязи этих вод с породами (pH, Ca2+, HCO3) в них почти что сходятся с характеристиками подобных вод за пределами городской застройки. По химическому составу это воды в основном гидрокарбонатные с различными содержаниями кальция и магния, в них содержатся природные содержания компонентов солевого комплекса. Воды палеозойских образований отличается немного более высокой минерализацией, чем воды палеогеновых отложений.

Наличие в воде хлор иона отличает воды урбанизированных территорий от природных вод. Это характерно и для подземных вод Томска. Средние содержания хлор-иона в подземных водах городской территории несколько выше чем за его пределами (табл. 1.30). Притом, неравномерное содержание хлор-иона в подземных водах городской территории соотноситься с применением поваренной соли для борьбы с обледенением дорог. В 1960-ые годы в водах палеогеновых и нижнекаменноугольных отложений средняя концентрация хлор-иона составляла первые миллиграммы в литре, в 90-ых годах средняя концентрация повысилась до нескольких десятков.

В начале 2000-х содержание хлоридов в водах четвертичных отложений, по сравнению с 1960–1980-ми годами, в среднем снизилась почти в два раза (таблицы 1.27, 1.28), что еще раз подтверждает техногенный характер такой

ситуации, так как именно в эти годы, были сильно снижены меры борьбы с обледенением улиц в зимний период при помощи песчано-солевой смеси. Кроме того, по причине активного износа водопроводных и канализационных сетей, и скорее всего с повышением утечек и объемов дополнительного питания, вероятно, увеличилось растворение и вынос солей из верхней толщи четвертичных образований с подземными водами.

Таблица 1.30 Химический состав подземных вод водоносных комплексов палеогеновых и палеозойских отложений [10]

Компоненты	Единицы измерения	Водоносные комплексы Палеогеновых отложений			Палеозойских отложений		
		Мин	Макс	Среднее	Мин	Макс	Среднее
pH	–	6,40	8,08	7,13	6,40	8,15	7,27
Сух.остаток	мг/дм^3	194,09	777,60	340,67	232,50	966,60	412,24
Жесткость	мг-экв/дм^3	3,20	10,00	5,64	3,00	14,20	6,78
Щелочность	мг/дм^3	3,68	7,50	5,81	2,80	8,50	6,57
CO2	мг/дм^3	0,00	66,00	27,90	0,00	39,60	7,95
HCO3$^-$	мг/дм^3	97,80	634,40	320,31	94,28	610,00	398,55
SO4^{2-}	мг/дм^3	0,00	75,00	7,38	0,00	130,00	18,48
Cl$^-$	мг/дм^3	0,90	106,50	8,44	1,00	186,00	31,84
$_{Ca}$2+	мг/дм^3	40	176	86,59	18,04	190,00	104,47
Mg^{2+}	мг/дм^3	1,22	55,80	14,52	4,88	58,56	19,44
K$^+$+Na$^+$	мг/дм^3	0,00	80,29	15,29	0,00	160,79	23,58
Na$^+$	мг/дм^3	6,00	29,90	13,08	9,00	16,0	13,3
K$^+$	мг/дм^3	0,9	1,2	1,03	1,0	2,2	1,39
NH4$^+$	мг/дм^3	0,00	1,50	0,39	0,00	4,50	0,73
NO3$^-$	мг/дм^3	0,00	11,90	0,68	0,00	9,10	0,84
NO2$^-$	мг/дм^3	0,00	0,39	0,02	0,00	0,42	0,04
Li$^+$	мг/дм^3	0,012	0,012	0,012	0,004	0,020	0,0099
Fe общ	мг/дм^3	0,00	16,50	2,23	0,00	6,30	1,77
Fe^{2+}	мг/дм^3	0,00	5,30	1,87	0,00	3,00	0,61
$_{Fe}$3+	мг/дм^3	0,00	0,50	0,12	0,00	5,00	0,92
Mn	мг/дм^3	0,00	2,48	0,34	0,00	4,40	0,55
Cu	мг/дм^3	0,0002	0,1500	0,01548	0,0002	0,2600	0,0391
Zn	мг/дм^3	0,001	0,085	0,0083	0,0002	0,0120	0,00397
Pb	мг/дм^3	0,0001	0,003	0,001054	0,00	0,006	0,0018
Cr^{3+}	мг/дм^3	0,025	0,025	0,025	0,03	0,03	0,03
Окисляемость	мгO2/дм^3	0,01	6,40	2,38	0,16	8,00	3,42

Таблица 1.31 Химический состав подземных вод района Томского водозабора [42]

Компоненты	Единицы измерения	Водоносные горизонты отложений					
		Неоген-четвертичных			Палеогеновых		
		Мин	Макс	Среднее	Мин	Макс	Среднее
PH	–	6,8	8,5	7,77	6,2	8	7,26
HCO_3^-	мг/л	85,4	451	281	159	451	345
Cl^-	мг/л	0,51	16,7	4,09	0,72	17,7	6,42
SO_4^{2-}	мг/л	0	14	0,41	0	4	0,32
NO_3^-	мг/л	0	4,56	0,02	0	0,14	0,03
NO_2^-	мг/л	0	0,1	0,018	0	0,05	0,004
Ca^{2+}	мг/л	4,1	104	56,9	12	110	75,8
Mg^{2+}	мг/л	1,22	47,4	15	6,03	24	14,5
Na^+	мг/л	0,53	112	12,8	6,44	80	14,3
K^+	мг/л	0,44	3,51	1,22	0,75	3,46	1,26
NH_4^+	мг/л	0	2,68	0,69	0	2,2	0,62
SiO_2	мг/л	1,78	4,7	3,34	3,23	10,2	7,55
Сумма	мг/л	93,9	762	375	188	702	466
CO_2св	мг/л	8,8	132	42,1	8,85	66	19,9
Fe	мг/л	0,01	0,09	0,03	0,63	10	1,71
O_2	мг/л	0	2,1	0,71	0,1	3,52	0,36
Zn	мкг/л	8,6	45	21,4	4,09	154	20,8
Mn	мкг/л	13,3	40,1	20,5	1,63	134	8,92
Pb	мкг/л	1,03	6,04	2,92	0,21	19	1,16
Cu	мкг/л	0,61	5,02	2,48	0,1	7,15	1,09
Cr	мкг/л	2,66	9,37	5,59	0,17	11,2	4,61
Li	мкг/л	0,5	22	7,14	4,88	22	7,62

Кроме хлор-иона водах комплексов палеогеновых и палеозойских отложений, вывялятся большие концентрации сульфат иона. Увеличение в водах сульфатов, как нам кажется, связано с перетокам из загрязненных четвертичных горизонтов. В палеозойских отложениях, увеличение возможно из-за стимуляции окисления рассеянных в сланцах сульфидов. Повышенное использование одиночных водозаборных скважин вызывает образование депрессионных воронок и удачные предпосылки для аэрации недр [10]. К тому же в подземных водах нижнекаменноугольных отложений на городской территории обнаруживается временная изменчивость количества сульфат-иона. В 1960-ые годы в водах нижнекаменноугольных отложений средняя концентрация сульфат-иона содержала первые миллиграммы в литре, в 90-ых годах средняя концентрация повысилась до нескольких десятков. Вместе с этим в большинстве случаев, повышалась и общая жесткость этих вод. Это

характерно для Академического месторождения, которое использует воды палеозойских образований. Значит результат аэрации недр, сказываются в переменах состава вод палеозойских отложений, как в пределах районов города, так и на местных территориях отдельных предприятий.

Получается, что город оказывает техногенное воздействие на все водоносные горизонты, на что указывает увеличенное содержание таких элементов, как хлор, нитраты, сульфаты и др. Больше чем на другие городская застройка влияет на воды четвертичных и палеогеновых отложений, в которых обнаруживается постоянный рост концентрации хлора в связи с развитием города. В некоторых случаях подземные воды четвертичных отложений отличаются углекислотной агрессивностью по отношению к бетону и хлоридной по отношению к стальным и железобетонным конструкциям.

1.3.3 Режим, условия питания и разгрузки подземных вод

Территория города Томска принадлежит к району с устойчивым сезонным промерзанием зоны аэрации, в границах которой основное питание грунтовых вод осуществляется весной, за счет инфильтрации снеготалых вод и располагается в зоне умеренного питания грунтовых вод по классификации А.А. Коноплянцева [18]. Сила питания грунтовых вод объясняет характер сезонных колебаний их уровней. Изменения уровней грунтовых вод в течение года весьма четкие, а амплитуда колебаний достаточно значительна.

По видам режима грунтовых вод, в соответствие с классификацией Г.Н. Каменского [17], делится на три типа режима: прибрежный, водораздельный, искусственный, где изменение уровней зависят от различных факторов. При этом необходимо уточнить, что влияние техногенных факторов формирования режима проявляется, почти на все водоносные горизонты, в той или иной степени.

Прибрежный тип режима свойственен для грунтовых вод пойменных отложений больших рек и их притоков, а также подстилающих их отложений при отсутствии разъединяющих водоупоров. Основное питание водоносных горизонтов происходит при инфильтрации атмосферных осадков и притока со

стороны террас. Гидродинамический режим грунтовых вод в районах таких участков обуславливается не только условиями питания горизонта, но и гидрологического режима рек. Изменение уровней грунтовых вод происходит совместно с увеличением уровней рек с незначительным отставанием и постепенно затухающей вглубь берега амплитудой. В годовом цикле они характеризуются четко выраженным весенним подъемом, который совпадает по времени с паводком рек, и более плавный осенний, с намного меньшей амплитудой и связанный с дополнительным питанием горизонта за счет инфильтрации жидких атмосферных осадков.

К прибрежному типу режима относятся подземные воды, которые имеют гидравлическую связь с водотоками. Весьма заметно что такой режим подходит для подземных вод низких террас реки Томи и подземных вод палеогеновых отложений на участках, имеющих тесную гидравлическая связь с горизонтами низких террас. Этот же тип режима присущ для водоносных палеозойских образований, которые выходят на дневную поверхность на склоне Лагерного сада и в долине реки Ушайки прирусловых ее частях.

Уровенный режим подземных вод низких террас реки Томи взаимосвязан с подпорными явлениями в паводковый период. Роль подпора профессор М.И. Кучин отмечал еще в 1932 г. [22]. Им были вычерчены карты гидроизогипс (рис. 1.15) для двух периодов (весеннего и летнего), на них хорошо заметны подпорные явления, процессы насыщения поймы в весенний период и разгрузка подземных вод в реку в летний период.

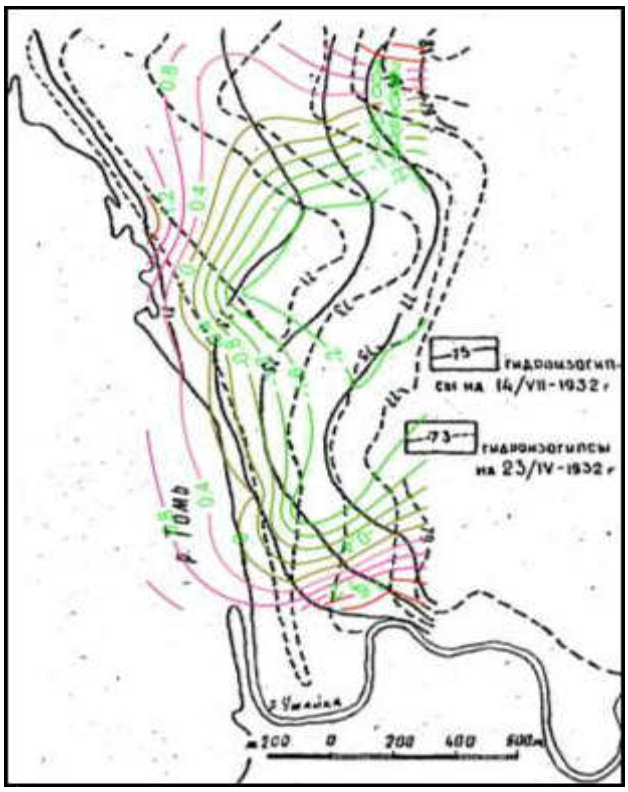


Рисунок 1.15 – Карты гидроизогипс весеннего и летнего периодов (составлено по материалам М.И.Кучина) [23].

Цветом показан диапазон сезонных изменений уровня грунтовых вод в пределах I-ой террасы р. Томи

По материалам более поздних [2, 3] и современных (Томскгеомониторинг) исследований можно сделать вывод что изменение уровней, в сглаженном виде, повторяют сезонные изменения уровней р. Томи. Поверхностные и подземные воды характерзуются весенним и осенним подъемом уровня и его самым низким стоянием в зимнюю и летнюю межень (рис. 1.16). Повышение уровня в весенний период, который связан с подпорными явлениями наступает в начале апреля. Высокое положение уровней держится до середины июня и, наиболее часто выражается несколькими паводковыми пиками, которые связанны с изменениями уровней в реке. Снижение уровней происходит медленно, параллельно с уровенным режимом реки.

Самое низкое положение уровней отмечено в сентябре. Величина колебаний уровней подземных вод солидарно высоте подъема воды паводка,

расстояния до реки и фильтрационных свойств пород. Ясно отображается зона интенсивного подпора полосой, шириной около километра, где величины амплитуд колебаний уровней достигают 5–8 м.

В прибрежной полосе уровенный режим подземных вод палеогеновых отложений подчиняется аналогичным закономерностям, но с более сглаженными формами кривых и меньшими величинами амплитуд колебаний. Питание подземных вод палеогеновых отложений в пределах водораздела происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания из вышележащих отложений. В пойменной части долины р.Томи горизонты палеогеновых отложений и горизонты низких террас имеют тесную гидравлическую связь, которая определяет сложный режим как условий питания, так и разгрузки. В меженный период подземные воды палеогеновых отложений занимают более высокие уровни, чем уровни подземных вод четвертичных отложений, а также разгружаются в последними. Во время весеннего половодья и при насыщении поймы паводковыми водами водоносный горизонт палеогеновых отложений получает дополнительное питание из галечников путем перетекания через слабопроницаемые раздельные слои и литологические окна.

Изменения уровней подземных вод с водораздельным типом режима в течение года обусловлено обильностью инфильтрационного питания водоносного горизонта. Этот режим характеризуете четким весенним повышением уровня, колебания которого и скорость спада после максимально высокого положения, в большей степени, зависят от мощности и состава зоны аэрации. При малой мощности и песчаном составе зоны аэрации снеготалые воды, инфильтруясь, быстро доходят до уровня грунтовых вод, что вызывает его подъем.

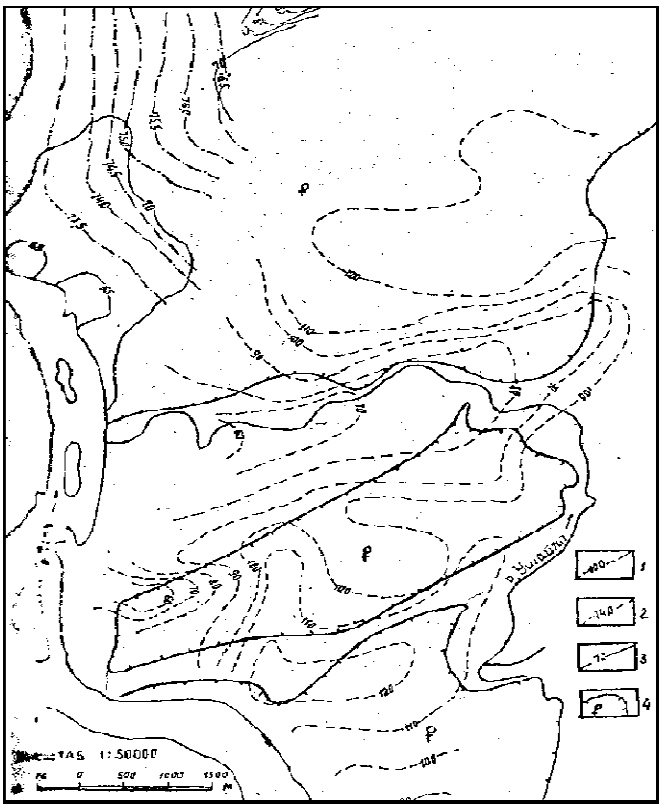


Рисунок 1.16 – Схематическая карта гидроизогипс подземных вод палеозойских и палеогеновых отложений [8]:
гидроизогипсы и их абсолютные отметки: 1 – водоносного горизонта (комплекса) палеозойских отложений; 2 – водоносного горизонта палеогеновых отложений в условиях естественного режима; 3 – водоносного горизонта палеогеновых отложений в условиях нарушенного режима; 4 – контуры развития палеогеновых отложений.

Хорошие фильтрационные свойства отложений зоны аэрации помогают скорому оттоку подземных вод в сторону областей разгрузки, по этой причине увеличение уровней обычно невелико и скоро сменяется их активным спадом. В пределах участков с широкой зоной аэрации в основном глинистого состава время добегания инфильтрационных вод до поверхности грунтовых гораздо больше, весеннее повышение уровней проявляется не так ясно, спад плавный, продленный на несколько месяцев.

Водораздельный тип режима характеризует подземные воды высоких террас реки Томи и водораздела. По данным различных исследований (Б.В. Плотникова, В.А. Афонина) годовые амплитуды колебаний уровней подземных вод в скважинах, которые находятся на хорошо дренированных участках, не превышают одного метра. Специфика изменения уровня подземных вод, в

частности, соответствие точек максимумов с весенними и осенними периодами указывают на инфильтрационное питание за счет талых вод и атмосферных осадков осенних дождей. Летний период, несмотря на значительное количество атмосферных осадков, для питания не подходит, по причине высокого испарения.

Искусственный тип режима подземных вод на территории города обусловлен промышленной деятельностью человека, развит достаточно обширно. Наиболее яркие проявления этого типа режима связаны с водами палеогеновых и каменноугольных отложений, которые эксплуатируются для целей водоснабжения. В черте города более активно подземные воды отбирались до 1973 года, до начала запуска Томского водозабора из подземных источников. По материалам исследований, выполненных в 1972 г. [8], использование подземных вод местными водозаборами привела к общему региональному понижению уровней и образовала депрессионную поверхность сложной формы, наклоно-ориентированой в направлении долин рек Томи и Ушайки. На участках, относящихся к ряду групп скважин, наблюдаются достаточно широкие воронки депрессии с низкими отметками, иногда до 10–15 м ниже меженного уровня воды в р. Томи. После ввода в эксплуатацию Томского водозабора большинство скважины, используемых различными предприятиями, были законсервированы. Не многие из них, в дальнейшем снова были введены в эксплуатацию. Скважины используются с разными дебитами и разной интенсивностью по времени. Одни работают практически бесперебойно, другие по несколько часов в сутки. Все это, в конце концов меняет отметки уровенных поверхностей.

Разгрузка подземных вод происходит путем перетекания в нижезалегающие водоносные горизонты, а также в виде сильно распространенных родников, которые распологаются на склонах речных долин и логов. Чаще всего разгрузка имеет скрытый характер и заключается в переувлажнении перекрывающих выходы водосодержащих пластов на склонах

и в тальвегах логов. В такой ситуации основной расходной определяющей баланса является испарение и транспирация [32].

Самое объемное представление о нахождении, состоянии родников и родниковых полей города, о качестве родниковой воды были представлены А.Д Назаровым и Е.Г. Вертманом. Исследования выполненные этими авторами в рамах территориальной Программы геологоразведочных работ по Томской области на 2001 г, помогли определить и закартировать основные зоны сосредоточенного и рассеянного выхода родников; произвести ландшафтно-родниковое мега-, макро- и мезональное районирование городской территории (рис 1.17); вычертить 1-ю схематическую карту родников и ландшафтно-родниковых зон г. Томска масштаба 1:10000; выполнить инвентаризацию и оценку современного состояния родников и родниковых полей; выявить основные закономерности изменчивости режима родников и влияния на него метеогенных и техногенных факторов, разработать концепцию оптимального использования, обустройства и охраны родников и родниковых зон; определить основные критерии оценки ландшафтно-экологической и историко-культурной ценности родников и родниковых полей; выполнить типизацию ландшафтно-родниковых зон по степени приоритетности и отметить наиболее ценные в историко-культурном, эстетическом и ландшафтно-экологическом отношениях родники и родниковые зоны; описать краткую характеристику основных ландшафтно-родниковых мега-, макро- и мезозон и родников; описать контуры будущих макро-, мезо-, милли- и микроаквапарков и пути их ландшафтного обустройства и рекреационного использования; обосновать картографическую ландшафтно-родниковую основу в Генеральный план развития г.Томска, составить рекомендации по комплексному подходу в сохранении городского ландшафтно-экологического каркаса, ценностной оценке городских земель и созданию природных аквапарков с обустройством родников, по рациональному их использованию и охране.

На территории города этими исследователями на тот период были найдены (в количестве): крупные зоны разгрузки – 7; ландшафтно- родниковые

мегазоны – 15; ландшафтно-родниковые макрозоны – 54; ландшафтно-родниковые мезозоны – 147; ландшафтно-родниковые миллизоны – 388; родники (разной степени проявленности) – 638; водотоки (речки и ручьи) – 179; водоёмы (озёра и пруды) – 170 (табл. 1.32). Речки и ручьи отражают концентрированный родниковый сток, а миллизоны – концентрированные выходы родников (от 1 до 7).

На застроенных участках города большая часть родников имеет сильно выраженный, обычно мелкоцирковый, суффозионный, выход, в то время как за её пределами цирковые выходы родников почти везде заболочены и определяются только в виде ручьёв. Размеры родниковых цирков изменяются от единиц до сотен метров в диаметре. В Южной зоне, Михайловской и Солнечной рощах и на улице М. Сычёва увеличенный сконцентрированный выход родников складывается формированием оползневых цирков от мелких до крупных.

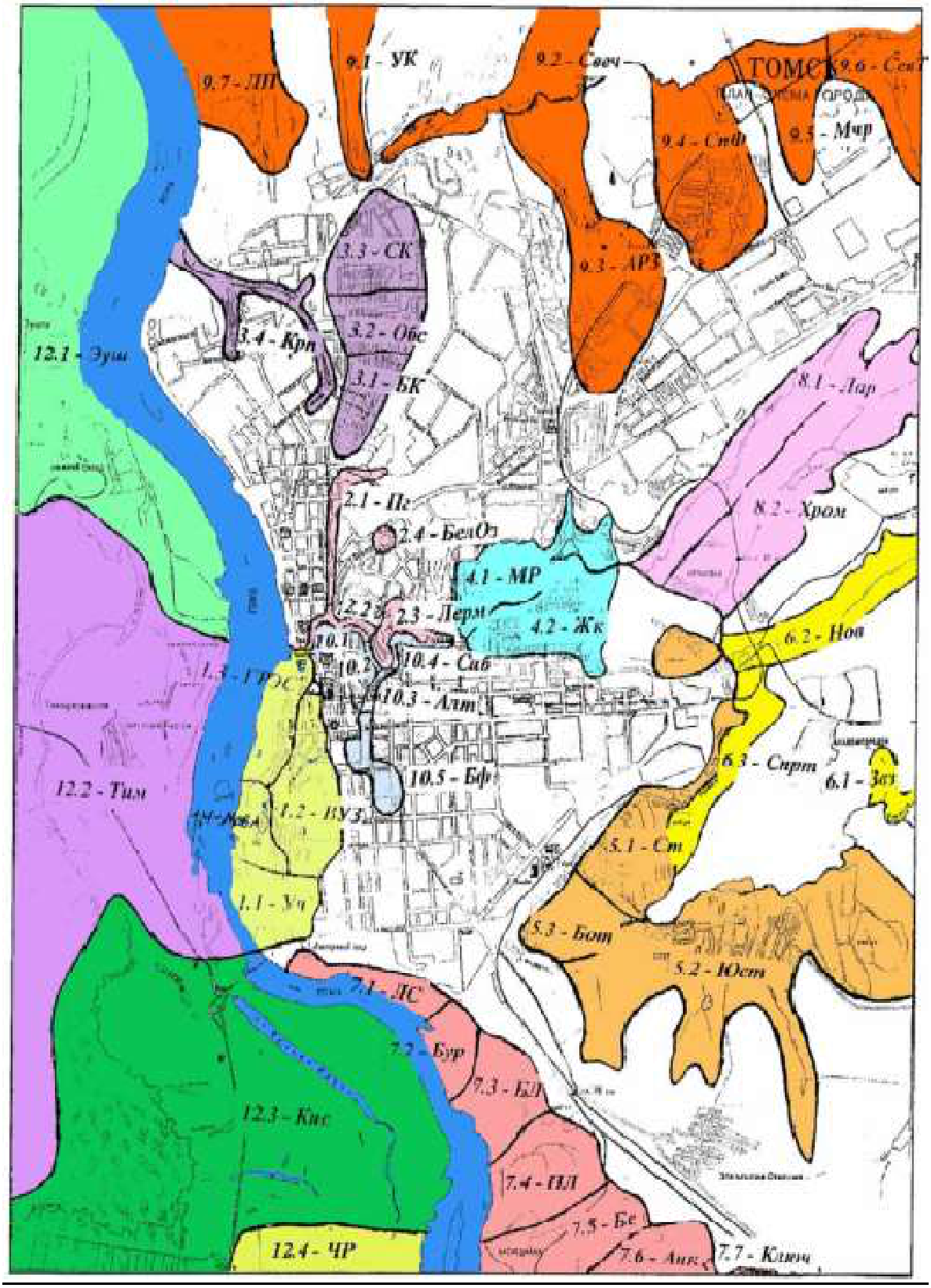


Рисунок 1.17 – Схема ландшафтно-родниковых зон г. Томска [7]

Таблица 1.32 Ландшафтно-родниковые зоны г. Томска [7]

№	Шифр зоны	Название мегазоны	Количество					
			Макро-зон	Мезо-зон	Милли-зон	Родни-ков	Озёр (прудов)	Ручьев (речек)
1	МТ	Московско-трактовая	4	14	20	57	8	9
2	Вс	Воскресенская	4	6	15	23	2	4
3	КЧ	Каштачно-Черемошниковская	4	14	34	90	12	8
4	ЖМ	Жуковско-Михайловская	2	9	28	66?	3	13
5	Ст	Степановская	3	12	42	83	14	17
6	Ак	Академическая	3	9	21	54?	3	16
7	Юж	Южная	7	18	83?	114?	9	46
8	Сл	Солнечная	2	11	27?	37	6	15
9	МК	Малокиргизкинская	7	22	47?	55?	22	19
10	АС	Алтае-Сибирская	5	8	9?	18	1	3
11	Бк	Бактинская	1??	3	34?	4??	2??	3??
12	Лб	Левобережная	4?	13		8??	81?	10??
13	НХ	Нефтехимовская	2?	6?	2??	9??	3??	7??
14	БК	Большекиргизинская	3??	?	?	3??	1??	2??
15	Аэ	Аэропоротовская	5??	?	5?	17??	3??	7??
		Итого	56	145	367	638	170	179

Примечание: ? – недоисследованные небольшие пограничные труднодоступные участки; ?? – слабоисследованные удалённые и пригородные труднодоступные зоны.

1.4 Геологические процессы и явления

Изменчивость инженерно-геологических условий, геоморфологических, геологических, гидрогеологических и геодинамических факторов геологической среды свидетельствует о сложности инженерно – геологических условий территории г.Томска

Рельеф, имеющий общую западно – северо – западную экспозицию осложнен террасовыми комплексами долины р.Томи и ее притоков рек Ушайки, Киргизки и Басандайки. [39]

Плавно сопрягающиеся с водоразделом и между собой полого-наклоненные террасовые уступы часто заканчиваются различной крутизны склонами с уклонами от 5-10° до 50-60° и относительными превышениями до 50-60 м.

Среди опасных геологических процессов и явлений г. Томска оползни занимают ведущее место. На развитие оползневых процессов оказывают

влияние как природные, так и техногенные факторы. К таким участкам относятся долина р.Ушайки, микрорайон «Каштак»

Ярким примером развития оползневых процессов и нарушения устойчивости склона является правый берег р.Томи в районе лагерного сада, склон в МКР «Солнечный».

Гидрогеологическое строение территории города определяется его расположением на сочленении Колывань –Томской складчатой зоны и Западно – Сибирской плиты. [30]

Особенности тектонического развития, геологического строения, осложненного комплексом террас, древнего и современного рельефа, предопределяют этажное расположение и сложные взаимоотношения водоносных горизонтов и структуру водных потоков. [38]

Одной из актуальных проблем урбанизации является изменение гидрогеологических условий, зачастую приводящих к негативным последствиям – техногенному подтоплению застроенных и вновь осваиваемых территорий. Последнее время наблюдается рост строительного освоения территории г.Томска. в связи с этим следует выделить особую роль гидрогеологических факторов в формировании условий инженерного обустройства застраиваемых участков.

2. Оценка риска развития подтопления и оценка ущерба от подтопления территории

Для застроенных территорий, на которых есть риск развития процессов подтопления, активность смены гидрогеологических условий обуславливается совместным воздействием естественных и техногенных факторов.

Оценка опасности подтопления относиться к одной из задач гидрогеологических прогнозов, проводимых в соответствии с требованиями нормативных документов [82, 27]

Для количественной оценки степени вредного воздействия (опасности) подтопления территории используется методика, в основе которой заложен принцип введения количественного "критерия близости к идеальной точке" [27]. В результате такой оценки появляется величина дозы вредного воздействия подтопления.

Под дозой вредного воздействия подтопления градопромышленной территории принимается количественная характеристика совместного влияния вредного воздействия подземных вод на все составляющие градопромышленной территории с учётом реакции подземной и наземной экогидросферы на случившиеся негативные процессы.

2.1 Оценка уровня опасности подтопления градопромышленной территории

Чтобы дать характеристику опасности процесса подтопления на градопромышленной территории определяют следующие показатели опасности:

1. Положение уровня грунтовых вод, влажность грунтов. Обозначается как α_1

Вредные воздействия, задаются положением уровня грунтовых вод и складываются в затоплении заглубленных помещений, сырости и грибковых образованиях на стенах, снижении условий содержания и ремонта подземных коммуникаций и конструкций, увеличения скорости их износа, обводнении грунтов оснований и фундаментов, опасном гидравлическом взвешивании

различных ёмкостей и продуктопроводов, переувлажнении территорий парков, скверов, газонов, заболачивании территории, переувлажнении или замачивании оснований дорожного полотна, асфальта.

2. Загрязнение грунтовых вод и грунтов. Обозначается как $\alpha_{2..}$

Вредное воздействие характеризуется загрязнением подземных вод и приземных слоев воздуха; повышается агрессивность грунтовых вод, происходит заболачивание территорий канализационными стоками; загрязнение дренажным стоком поверхностных водоёмов; Увеличивается коррозионная активность грунтов по отношению к металлу и бетону подземных конструкций и коммуникаций. Происходит засоление благоустроенных территорий, замачивание свалок, полигонов бытовых и промышленных отходов.

3. Изменение свойств грунтов при замачивании и осушении. Обозначается как $\alpha_{3.}$

Обуславливается снижением прочностных и деформационных свойств грунтов, появлением просадок и провалов в просадочных грунтах, подъёмом поверхности и горизонтальными деформациями в набухающих грунтах с деформациями дорожных покрытий, зданий и сооружений, разрывом коммуникаций и т.п., неравномерностью осадок оснований фундаментов, образованием промоин в пылевато-глинистых и заторфованных грунтах, выщелачиванием солей из засоленных грунтов

4. Наведённые опасные процессы. Обозначаются как $\alpha_{4.}$

Состоят в активизации карстовых, суффозионных, оползневых и других опасных геологических процессов, повышении сейсмичности территорий.

Для каждого из видов воздействия в зависимости от степени опасности присваивается соответствующий балл

Районирование территории по степени опасности подтопления по первому показателю производится на основе данных по режиму грунтовых вод (по картам гидроизогипс территории) с учётом категории застройки градопромышленной территории рисунок 2.1 ГОСТ Р 22.8.09-2014

Безопасность в чрезвычайных ситуациях Требования к расчету уровня безопасности, риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий [82]

Категории градопромышленной территории назначаются по данным СНиП 22-02-2003 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения [53]. Степень опасности определяется положением уровня грунтовых вод от поверхности земли.

ГОСТ Р 22.8.09—2014

Приложение А
(обязательное)

Материалы для оценки уровня риска и ущерба от подтопления ГПТ

Таблица А.1 – Оценка степени опасности подтопления ГПТ по положению УГВ (α_1)

Категория ГПТ*	Степень опасности		
	большая	средняя	малая
	положение УГВ от поверхности земли, м		
1	до 3,5	3,5 – 5,0	5,0 – 8,0
2	до 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 6,0
3	до 2,5	2,5 – 3,5	3,5 – 5,5
4	до 2,2	2,2 – 3,2	3,2 – 5,2
5	до 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 5,0
6	до 1,5	1,5 – 2,5	2,5 – 4,5
7	до 1,2	1,2 – 2,2	2,2 – 4,2
8	до 1,0	1,0 – 1,8	1,8 – 3,4
9	до 0,8	0,8 – 1,5	1,5 – 3,1
10	до 0,7	0,7 – 1,4	1,4 – 2,8
11	до 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 5,0
12	до 1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 6,0
13	до 5,0	5,0 – 8,0	8,0 – 14,0
14	до 4,0	4,0 – 6,0	6,0 – 10,6
15	до 0,8	0,8 – 1,5	1,5 – 3,1

* Категории ГПТ, выделенные в соответствии с [3]: 1 – сверхкрупные города (более 3 млн. чел.); 2 – крупнейшие города (1–3 млн. чел.); 3 – крупные города (250 тыс. – 1 млн. чел.); 4 – большие города (100 – 250 тыс. чел.); 5 – средние города (50 тыс. – 100 тыс. чел.); 6 – малые города и посёлки (менее 50 тыс. чел.); 7 – крупные сельские поселения (более 5 тыс. чел.); 8 – большие сельские поселения (1–5 тыс. чел.); 9 – средние сельские поселения (200 чел. – 1 тыс. чел.); 10 – мелкие сельские поселения (менее 200 чел.); 11 – линейные инженерные сооружения; 12 – склады, фермы, хранилища; 13 – территориальные промышленные комплексы; 14 – городские промзоны, центры сверхкрупных, крупнейших, крупных и больших городов; 15 – территории зон рекреационного и защитного назначения, спортивно-оздоровительных объектов, учреждений обслуживания зон отдыха.

Рисунок 2.1 – Копия приложения А из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

Данные по степени опасности подтопления территории по второму признаку α_2.. загрязнению грунтовых вод и грунтов - представлены на рисунках 2.2-2.4 По этим данным присваивается значение баллов α_{2i}

При определении значения степени опасности подтопления α_{21} по таблице А.2 следует ориентироваться на предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК), а также показатели вредности веществ Kmax При определении этих показателей следует использовать данные, приведённые в СП 11-102-97 [85]

Таблица А.2 – Оценка степени опасности подтопления по загрязнению грунтов и грунтовых вод (α_{21})

Значение	Степень опасности подтопления	Загрязнение грунтовых вод*				Загрязнение грунтов*			
		нитраты, фенолы, тяжелые металлы, СПАВ, нефть, (ПДК)	хлор-органические соединения, канцерогенные – бенз(а)пирен, (ПДК)	минера-лизация, г/л	растворимый кислород, мг/л	неорганические вещества		органические вещества	
						класс опасности соединений			
						1 - 2	3	1 – 2	3
3	Большая	более 100	более 3	более 100	менее 1,0	более ПДК	более K_{max}	более 5 ПДК	более 10 ПДК
2	Средняя	10 – 100	1,5 – 3	10 – 100	4 – 1	от 2 фоновых значений до ПДК	от ПДК до K_{max}	от 2 до 5 ПДК	от 5 до 10 ПДК
1	Слабая	1 – 10	1 – 1,5	1 – 10	6 – 4	от 2 основных значений до 2 фоновых значений	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 1 до 5 ПДК

*В соответствии с СП 11–102–97; K_{max}– показатель вредности веществ (определяется по одному из четырех критериев эколого–токсикологического состояния: K_1, K_2, K_3, K_4)

Рисунок 2.2 – Копия приложения А.2 из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

Степень опасности подтопления градопромышленной территории по второму признаку определяется при оценке агрессивных свойств грунтов и грунтовых вод. На рисунке 2.3 указаны данные, которые позволяют оценить значение показателя α_{22} используя данные о коррозионной агрессивности грунтов

Также, производится оценка значения показателя α23 путем уточнения агрессивного воздействия грунтовых вод на бетон, арматуру железобетонных конструкций и механические конструкции по таблице А.4.

Третий показатель опасности α_3 обуславливает изменение прочностных и деформационных свойств грунтов при колебаниях уровня грунтовых вод на подтапливаемых территориях (при их замачивании и осушении). На рисунке 2.5 указаны данные, для оценки α_3 на основании материалов инженерно-геологических изысканий.

ГОСТ Р 22.8.09—2014

Таблица А.3 – Оценка степени опасности подтопления по коррозионной агрессивности грунтов (α_{22})

Значение	Степень опасности подтопления	Коррозионная агрессивность грунтов						
		по отношению к углеродистой и низколегированной стали		по отношению к свинцовой оболочке кабеля			по отношению к алюминиевой оболочке кабеля	
		удельное электрическое сопротивление грунта, Ом/м	плотность катодного тока, i_k, А/м^2	pH	массовая доля компонентов*		массовая доля компонентов*	
					гумус	нитрат-ион	хлор-ион	ион железа
3	Большая	до 20	более 0,20	<5,0 и >9,0	более 0,02	более 0,001	более 0,005	более 0,01
2	Средняя	20–50	0,05–0,20	5,0–6,5 и 7,5–9,0	0,01–0,02	0,0001–0,001	0,001–0,005	0,002–0,01
1	Малая	более 50	до 0,05	6,5–7,5	до 0,01	до 0,0001	до 0,001	до 0,002

* Указана величина в % от массы воздушно-сухой пробы.

Рисунок 2.3 – Копия приложения А.3 из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

Таблица А.4 – Оценка степени опасности подтопления по коррозионной агрессивности грунтовых вод (α_{23})

Значение	Степень опасности подтопления	Степень агрессивного воздействия грунтовых вод на бетон, арматуру и металлические конструкции	Коррозионная агрессивность грунтовых вод по отношению к свинцовой (1) и алюминиевой (2) оболочке кабеля						
			1				2		
			pH	общая жесткость, мг·экв./дм^3	массовая доля компонентов, мг/дм^3		pH	массовая доля компонентов, мг/дм^3	
					гумус	нитрат ион		хлор-ион	ион железа
3	Большая	Сильно-агрессивная*	до 5,0 и более 9,0	до 3,0	более 40	более 20	до 4,5 более 8,5	более 50	более 10
2	Средняя	Средне-агрессивная*	5,0-6,5 и 7,5-9,0	5,3-3,0	20-40	10-20	4,5-6,0 и 7,5-8,5	5,0-50	1,0-10
1	Малая	Слабо-агрессивная*	6,5-7,5	более 5,3	до 20	до 10	6,0-7,5	до 5,0	до 1,0

* Определяется по данным, приведенным в ГОСТ 9.602.

Рисунок 2.4 – Копия приложения А.4 из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

Величина рассчитывается как

$$\alpha_2=(\alpha_{21}+\alpha_{22}+\alpha_{23})/3 \qquad (2.1)$$

Третий показатель опасности α_3 обуславливает изменение прочностных и деформационных свойств грунтов при колебаниях уровня грунтовых вод на подтапливаемых территориях (при их замачивании и осушении). На рисунке 2.5 указаны данные, для оценки α_3 на основании материалов инженерно-геологических изысканий.

Четвертый показатель опасности подтопления α_4 определяет степень проявления наведенных опасных процессов, косвенно связанных с развитием процесса подтопления застроенной территории. При оценках степени опасности подтопления по этому показателю необходимо ориентироваться на данные, приведённые на рисунке 2.6. оценивая по этим данным величину α36

ГОСТ Р 22.8.09—2014

Таблица А.5 – Оценка степени опасности подтопления по возможному изменению прочностных и коррозионных свойств грунтов (α_3)

Значение	Степень опасности	Снижение несущей способности грунтов	Наличие особых пород		
			просадочные лессовидные грунты	набухающие глинистые грунты	пучинистые глинистые или пылеватые песчаные грунты
3	Большая	> 30 %	Величина просадки от собственного веса более 5 см (II тип)	Сильно–набухающие грунты (ε_{sw}*> 12)	Сильно–пучинистые грунты (ε_{fn} *> 0,07)
2	Средняя	10 – 30 %	Величина просадки от собственного веса до 5 см (I тип)	Средне–набухающие грунты (ε_{sw} = 0,084 – 0,12)	Средне–пучинистые грунты (ε_{fn} = 0,035 – 0,07)
1	Малая	< 10 %	Лессовидные породы, склонные к неравномерным деформациям	Слабо–набухающие грунты (ε_{sw} = 0,04 – 0,08)	Слабо–пучинистые грунты (ε_{fn} = 0,01 – 0,035)

* ε_{sw} и ε_{fn} – значение относительной деформации набухания и пучения соответственно.

Рисунок 2.5 – Копия приложения А.5 из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

16 ГОСТ Р 22.8.09—2014

Таблица А.6 – Оценка степени опасности подтопления ГПТ по данным об активизации наведенных опасных процессов (α_i)

Степень опасности подтопления	Значение	Опасные процессы, активизирующиеся при подтоплении				
		сейсмичность (при землетрясениях более 3 баллов)	карст	суффозия	разжижение пород	оползни
Большая	3	Увеличение сейсмичности территории на 1–2 балла	Техногенное воздействие подтопления (гидро-динамическое, гидро-химическое, тепловое), вызывающее опасный или весьма опасный тип карста	Химическая поровая суффозия, фильтрационное разрушение, подземная эрозия, характеризующие совокупное воздействие на территорию с категорией устойчивости I, II (A>0,1)*	Вероятность разрушения грунтов при техногенных динамических нагрузках, более 5%	Снижение коэффициента устойчивости при подтоплении до величины K**
Средняя	2	Увеличение сейсмичности территории на 0,5–1 балл	Техногенное воздействие подтопления (гидродинамическое, гидрохимическое, тепловое), вызывающее умеренно опасный тип карста	Химическая поровая суффозия, фильтрационное разрушение, подземная эрозия, характеризующие совокупное воздействие на территорию с категорией устойчивости III (0,05< A <0,1)*	Вероятность разжижения грунтов при техногенных динамических нагрузках, 0,5%–5%	Снижение коэффициента устойчивости при подтоплении до величины* $K_{st} \le K < 1.1 \cdot$
Малая	1	Увеличение сейсмичности территории до 0,5 балла	Техногенное воздействие подтопления (гидродинамическое, гидрохимическое, тепловое), вызывающее малоопасный тип карста	Химическая поровая суффозия, фильтрационное разрушение, подземная эрозия, характеризующие совокупное воздействие на территорию с категорией устойчивости IV (0,01< A <0,05)*	Вероятность разжижения грунтов при техногенных динамических нагрузках меньше 0,5%	Снижение коэффициента устойчивости при подтоплении до величины $K \ge 1.1 \cdot K_{st}$

* A – показатель интенсивности провалообразований, $\frac{\text{случай}}{\text{год}\cdot\text{км}^2}$

**K – коэффициент устойчивости склона.

K_{st} – нормированное значение: $t \cdot K_i \cdot 1{,}1 \le K_{st} \le 1{,}25$ – для основного сочетания нагрузок; $1{,}05 \le K_{st} \le 1{,}2$ – для особого сочетания нагрузок, в зависимости от уровня ответственности инженерной защиты и состояния склона по СНиП 22-02-2003.

Рисунок 2.6 – Копия приложения А.6 из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

Коэффициент опасности подтопления λоп рассчитывается как совокупное воздействие всех показателей опасности:

$$\lambda_{оп} = \sum_{i=1}^{4} \delta_i \cdot \alpha_{iб} \cdot \lambda_0 \qquad (2.2)$$

где δi - коэффициент значимости i-того показателя опасности табл 2,1

αiδ – значение i-того показателя опасности;

λ0=1/3 нормирующий множитель

Таблица 2,1 Коэффициенты значимости показателей опасности

Показатель опасности подтопления	α1	α2	α3	α4
Коэффициент значимости δi	0,3	0,2	0,2	0,3

На рисунке 2.7 приведены результаты расчётов по формуле (1) для коэффициентов значимости, приведённых в таблице 2,1

Таблица А.7 – Интегральная оценка коэффициента опасности $\lambda_{оп}$ подтопления градопромышленной территории

Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$	Код	$\lambda_{оп}$
1111	0,3334	1211	0,4000	1311	0,4668	2111	0,4334	2211	0,5000	2311	0,5668	3111	0,5334	3211	0,6000	3311	0,6668
1112	0,4334	1212	0,5000	1312	0,5668	2112	0,5334	2212	0,6000	2312	0,6668	3112	0,6333	3212	0,7000	3312	0,7668
1113	0,5334	1213	0,6000	1313	0,6668	2113	0,6334	2213	0,7000	2313	0,7668	3113	0,7333	3213	0,8000	3313	0,8668
1121	0,4000	1221	0,4668	1321	0,5335	2121	0,5000	2221	0,5668	2321	0,6335	3121	0,6000	3221	0,6663	3321	0,7335
1122	0,5000	1222	0,5668	1322	0,6335	2122	0,6000	2222	0,6668	2322	0,7335	3122	0,7000	3222	0,7663	3322	0,8335
1123	0,6000	1223	0,6668	1323	0,7335	2123	0,7000	2223	0,7668	2323	0,8335	3123	0,8000	3223	0,8663	3323	0,9335
1131	0,4668	1231	0,5335	1331	0,6002	2131	0,5668	2231	0,6335	2331	0,7000	3131	0,6668	3231	0,7335	3331	0,8000
1132	0,5668	1232	0,6335	1332	0,7002	2132	0,6668	2232	0,7335	2332	0,8000	3132	0,7668	3232	0,8335	3332	0,9000
1133	0,6668	1233	0,7335	1333	0,8002	2133	0,7668	2233	0,8335	2333	0,9000	3133	0,8668	3233	0,9335	3333	1,0000

Рисунок 2.7 – Копия приложения А.7 из ГОСТ Р 22.8.09-2014 [82]

Вычисленные данные применятся для расчета коэффициентов опасности подтопления на всех участках разбиения подтопленной территории на расчётные элементы, а также для вычерчивания карты интегральной (совокупной) степени опасности подтопления этой территории. Совместная степень опасности определяет уровень интегральной опасности подтопления.

Определяют четыре степени интегральной опасности подтопления, по которым производят районирование подтопленной территории:

- приемлемый уровень опасности подтопления $\lambda по \leq 0,3333$;

- условно приемлемый уровень опасности подтопления $0,3333 < \lambda по \leq 0,5$;

- повышенный уровень опасности подтопления $0,5 < \lambda по \leq 0,6667$;

- недопустимый уровень опасности подтопления, $0,6667 < \lambda по$

2.2 Расчёт уровней риска при подтоплении г. Томска

Задача

Определить уровень безопасности при подтоплении территории площадью 56,7 га га в городе Томске с населением 550 тыс. чел., если глубина залегания уровня грунтовых вод на этой территории достигает 0,8-1,5 м

Порядок выполнения расчётов

На основании систематизированных данных провели разбиение рассматриваемой территории на участки (таблица 2.2, рисунок 2.8), для каждого из участков по показателям опасности подтопления могут присвоены

четырёхзначные коды опасности (таблица 2.3) и определена степень опасности по каждому из четырёх показателей.

В первую очередь для всей подтапливаемой территории собрали, получили, и обработали информацию по показателям опасности, представленным в таблице 2.3

Таблица 2.2 Участки с опасностью подтопления

№ участка	Границы участка
1	ул. Усть–Киргизка 2-я, ул. Усть–Киргизка 3-я, ул. Усть–Киргизка 4-я, ул. Усть–Киргизка 5-я, ул. Усть–Киргизка 6-я, 2-й Усть – Киргизский тупик
2	ул. Усть–Киргизка 1-я, ул. Мостовая 1-я, ул. Жигулевская, Жигулевский проезд, ул. Сухумская
3	пос. ЛПК-2
4	пос. Мясокомбинат, ул. Нижне–Луговая, ул. Трудовая, пер. Шпальный, пер. Тупиковый, пер. Просторный
5	пер. Днепровский (чётн. сторона), пер. Брусничный, ул. Батистовая, ул. Крымская, пер. Туристский, пер. Северо–Каштачный 1-й, пер. Северо–Каштачный 2-й, ул. Оренбургская, ул. Раздольная, пер. Ростовский, ул. Большая Подгорная, ул. Ангарская, ул. Северо-Каштачная, ул. Балагурная, ул. Баргузинская, ул. Первомайская
6	пер. Днепровский (нечётн. сторона), пер.Ново-Станционный (четн. сторона), ул. Большая Подгорная, пер. Урожайный, ул. Ангарская, пер. Таймырский, пер. Целинный, ул. Каховская, ул. Крымская, ул. Ферганская, ул. Севастопольская, ул. Первомайская, ул. Северо-Каштачная, ул. Северо-Каштачная
7	В границах улиц: Большая Подгорная - Большая Каштачная; пер. Моховой - пер. Донской
8	В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Ленская; ул. Большая Каштачная - пер. Моховой - пер. Ново-Станционный (нечетная сторона)
9	В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Большая Каштачная - ул. Ялтинская - пер. Анжерский В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Большая Каштачная - пер. Анжерский - пер. Зырянский
10	В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Большая Каштачная - пер. Зырянский - пер. Чехова В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Большая Каштачная - пер. Чехова - пер. Рылеева
11	В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Омская - ул. Героев Чубаровцев - ул. Ялтинская В границах улиц: ул. Большая Подгорная - ул. Омская - ул. Ялтинская - пер. Зырянский В границах улиц:

	ул. Большая Подгорная - ул. Розы Люксембург - ул. Пролетарская - пер. Флотский - пер. Тихий
12	В границах улиц: ул.5-й Армии - ул. Невская - ул. Ижевская - ул. Новороссийская В границах улиц: ул.5-й Армии - пер. Румынский; ул. Ижевская - ул. Польская В границах улиц: ул.5-й Армии - ул. Правобережная (с 2-х сторон) - пр. Ленина - ул. БлокПост
13	В границах улиц: пр. Ленина - ул. Урицкого - ул. Краснодонская В границах улиц: ул. Краснодонская - ул. Строевая - ул. Шпальная
14	ул. Усть–Керепеть
15	В границах улиц: пер. Дербышевский - пер. Кооперативный - пр. Ленина - ул. Набережная р. Томи - ул. Войкова - ул. Мельничная
16	пос. Штамово: ул. Береговая пос. Кузовлево: ул. Советская, пер. Тихий
17	ул. Войлочная, ул. Войлочная заимка
18	пер. Песочный, пер. Мало-Кирпичный
19	ул. Лермонтова
20	пос. Аникино: пер. 4-й Басандайский, пер. 1-й Аникинский, ул. Басандайская, пер. 3-й Басандайский
21	мкр. Степановка: ул. Ново-Карьерный пос., ул. Малый трамплин, ул. Поляночная, ул. Черёмуховая, ул. Урманская, пер. Урочинский, пер. Ермаковский, пер. Б.Хмельницкого, ул. Старо-Карьерный пос. , ул. М.Сычева, ул. Юргинская, ул. Минина, ул. Весенняя, ул. Калужская, ул . Пархоменко, ул. Пржевальского, пер. Пржевальского, ул. Короленко, ул. Волгоградская, ул. Энергетиков, ул. Лесозащитная
22	подтопление от озер: ул. Аркадия Иванова, ул. Эуштинская, пер. Буяновский, проезд Кузнечный, ул. Ново-Кузнечный ряд дома 1, 2, пер. Озёрный, ул. Старо-Кузнечный ряд, ул. Дамбовая, пер. Луговой, пер. Западный
23	п. Нижний склад: ул. Левобережная, пер. Левобережный, ул. Нижне-складская, пер. Нижне-складской, проезд Нижне-складской, ул. Проточная, ул. Сплавная, пер. 1,2,3,4 Сплавной, пос. Тояновский
24	д. Эушта: ул. Береговая, ул. Клубная, пер. Клубный, пер. Кооперативный, ул. Лесная, ул. Новая, ул. Рабочая, ул. Совхозная, ул. Тояна, ул. Фрунзе, ул. Школьная, ул. Зелёная с. Дзержинское
25	В границах улиц: ул. Комсомольский проспект - ул. Сибирская - ул. Алтайская - пер. Комсомольский
26	пос. Заварзино: ул. Мостовая, ул. Вишнёвая, ул. Облепиховая, ул. Солнечная, ул.

	Зеркальная
27	ул. Мусы Джалиля, ул. Максима Горького, ул. Источная, ул. Татарская, пер. Базарный, ул. Трифонова
28	ул. Черноморская, ул. Каспийская, пер. Нижний пос. Хромовка

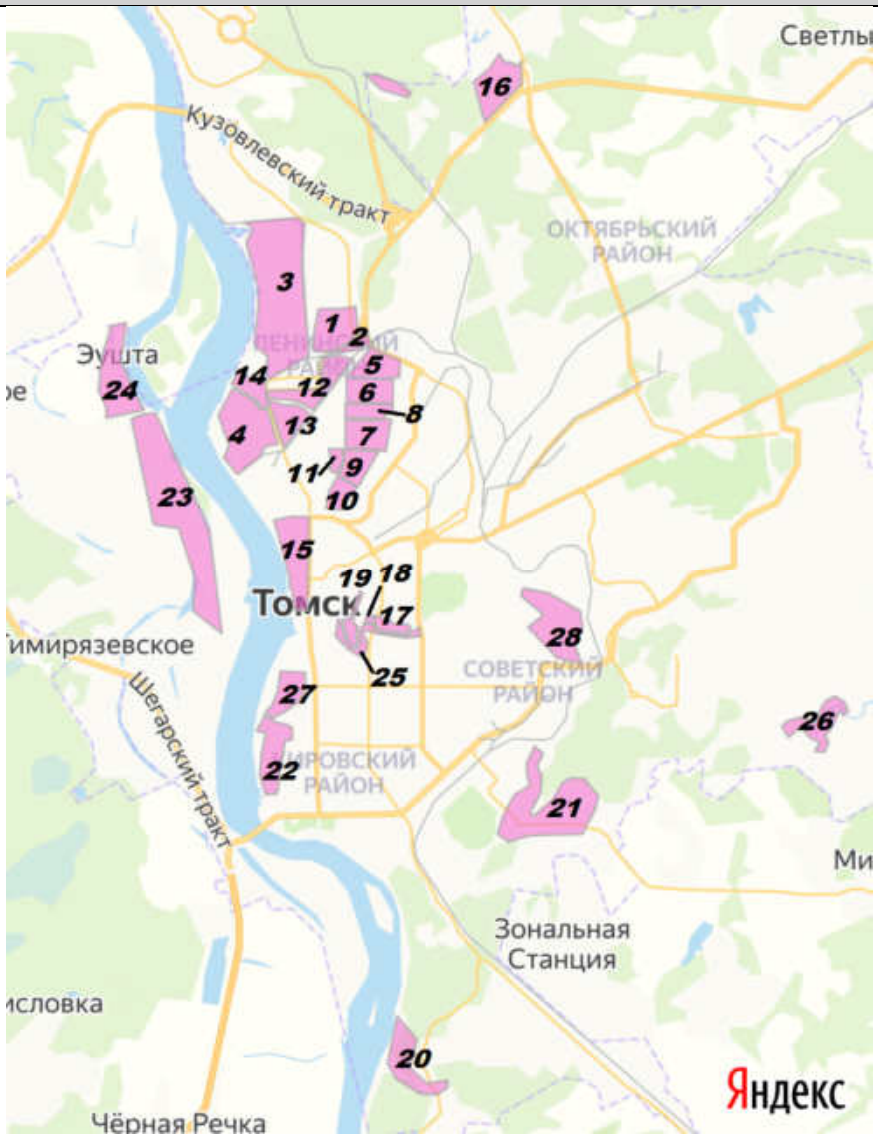


Рисунок 2.8 Участки с опасностью подтопления

Таблица 2.3 - Результаты исследований по показателям опасности участки 1-7

		1	2	3	4	5	6	7
Площадь подтопления, га		0,05	0,01	0,2	0,09	0,04	0,04	0,04
Код опасности подтопления		1132	1221	3313	3323	3111	2311	2211
Баллы по показателям опасности	α1	2,5	2,6	2,4	2,6	2,1	2,4	2,2
	α2	2,0	2,3	1,7	2,3	2,5	1,8	2,1
	α3	1,2	1,5	1,6	1,1	0,8	1,3	1,6
	α4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5
Коэффициент опасности подтопления λ по		0,5668	0,4668	0,8668	0,9335	0,5334	0,5668	0,5000

Таблица 2.4 - Результаты исследований по показателям опасности участки 8-14

		8	9	10	11	12	13	14
Площадь подтопления, га		0,02	0,03	0,02	0,01	0,04	0,04	0,03
Код опасности подтопления		2112	1321	3111	3111	3121	3311	3122
Баллы по показателям опасности	α1	2,1	1,8	2,3	2,6	1,9	2,6	2,2
	α2	0,9	0,8	1,5	2,2	2,4	0,8	1,5
	α3	0,9	1,2	0,7	0,6	1,1	1,7	0,9
	α4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4	0,7	0,8
Коэффициент опасности подтопления λ по		0,5334	0,5335	0,5334	0,5334	0,6000	0,6668	0,700

Таблица 2.5 - Результаты исследований по показателям опасности участки 15-21

		15	16	17	18	19	20	21
Площадь подтопления, га		0,07	0,06	0,01	0,01	0,10	0,50	0,20
Код опасности подтопления		2311	1111	1131	1212	3121	2222	1311
Баллы по показателям опасности	α1	1,8	2,1	2,2	2,1	1,8	2,3	2,6
	α2	2,,5	0,8	1,5	2,2	2,4	1,8	2,5
	α3	1,6	1,8	0,7	0,9	1,5	1,3	0,9
	α4	0,5	0,7	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5
Коэффициент опасности подтопления λ по		0,5668	0,3334	0,4668	0,5000	0,6000	0,6668	0,4668

Таблица 2.6 - Результаты исследований по показателям опасности участки 22-28

		22	23	24	25	26	27	28
Площадь подтопления, га		0,05	0,20	0,05	0,02	0,04	0,03	0,08
Код опасности подтопления		3221	3311	3311	2122	1221	3212	2221
Баллы по показателям опасности	α1	1,9	2,6	2,2	2,5	2,3	1,9	2,5
	α2	1,6	2,1	2,6	1,8	1,9	2,4	2,3
	α3	1,1	1,4	1,6	1,1	1,2	0,7	0,8
	α4	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4
Коэффициент опасности подтопления λ по		0,6663	0,6668	0,6668	0,4000	0,4668	0,7000	0,5668

Фотографии участков с возможным подтоплением представлены на рисунках 2,9-2,36

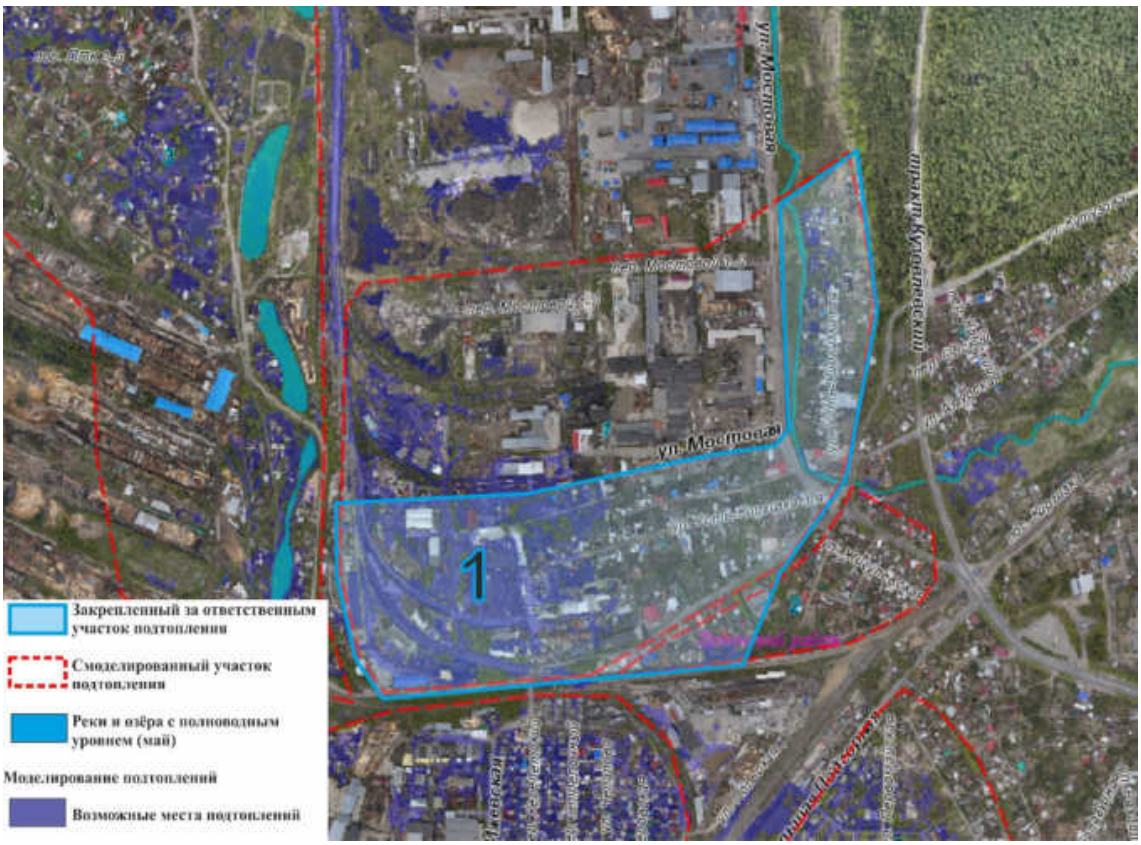


Рисунок 2.9 – Возможные места подтопления на 1 участке

Рисунок 2.10 – Возможные места подтопления на 2 участке

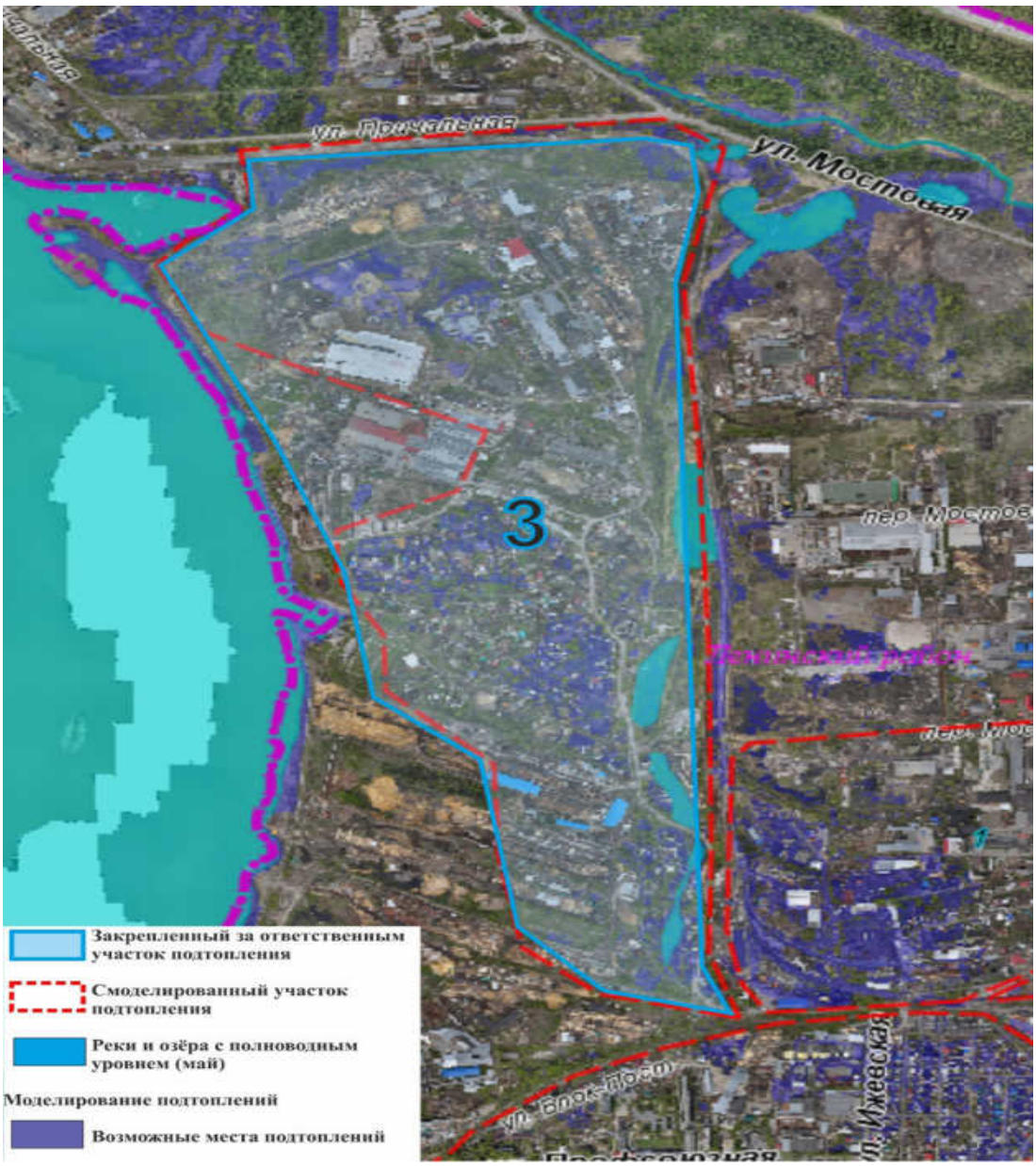


Рисунок 2.11 – Возможные места подтопления на 3 участке

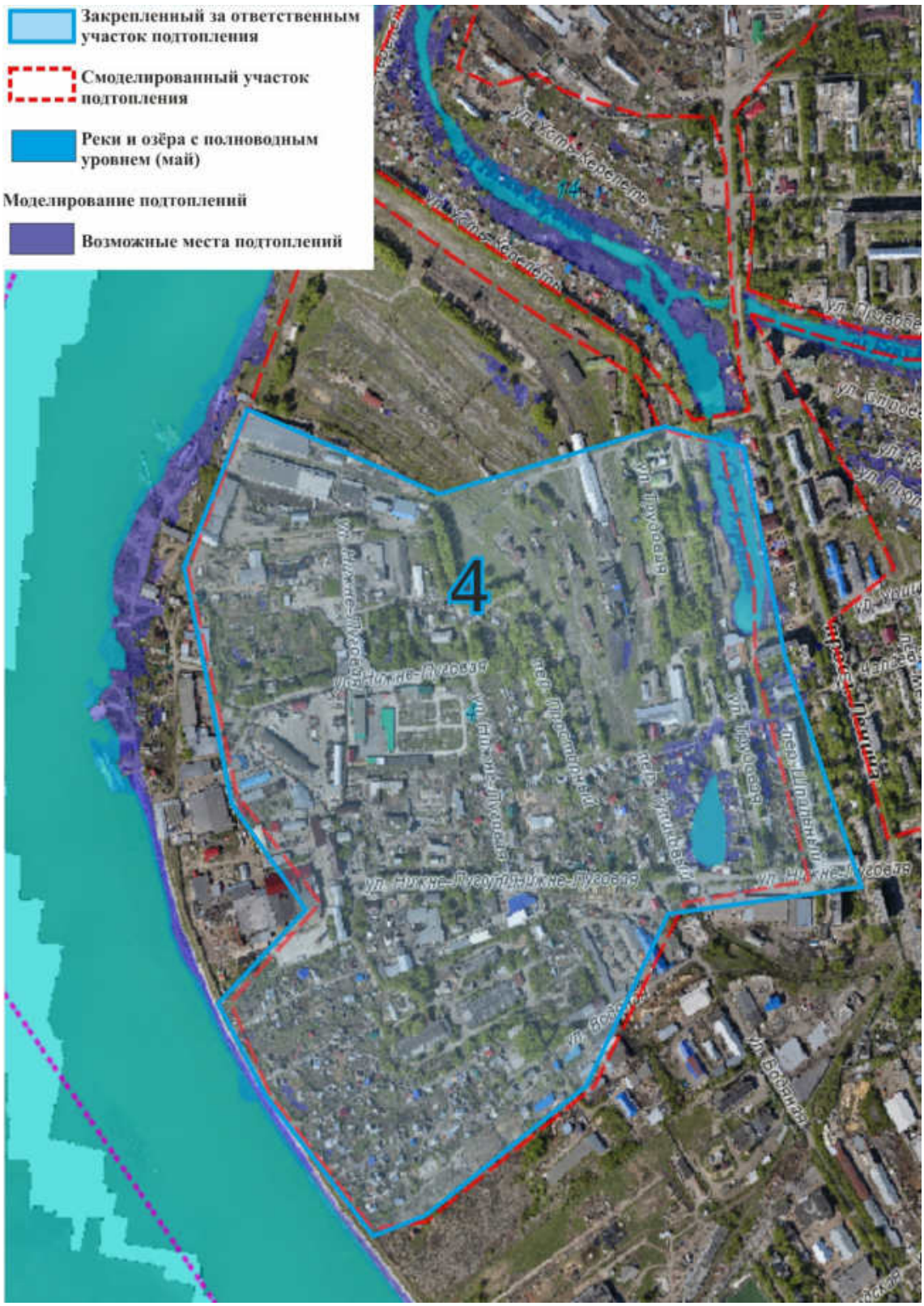


Рисунок 2.12 – Возможные места подтопления на 4 участке

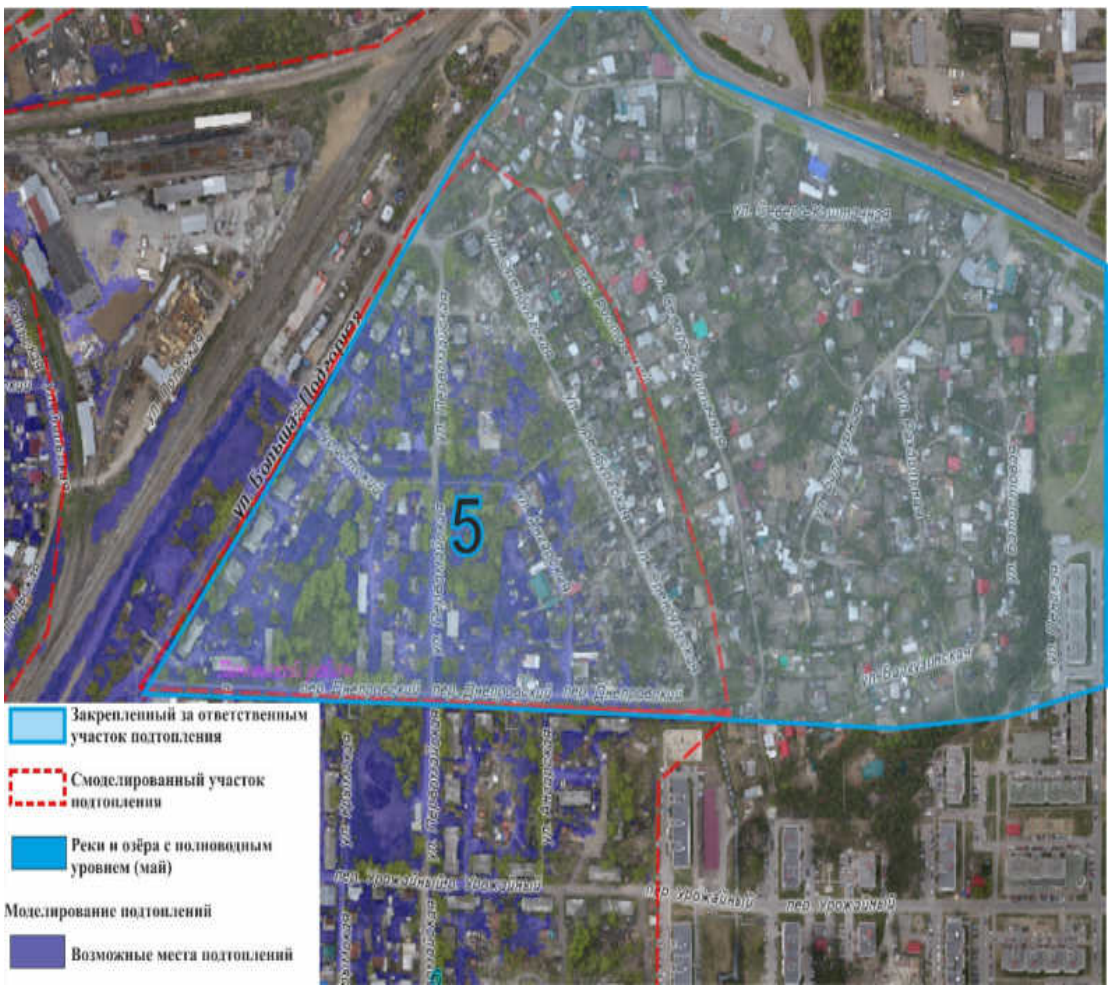


Рисунок 2.13 – Возможные места подтопления на 2 участке

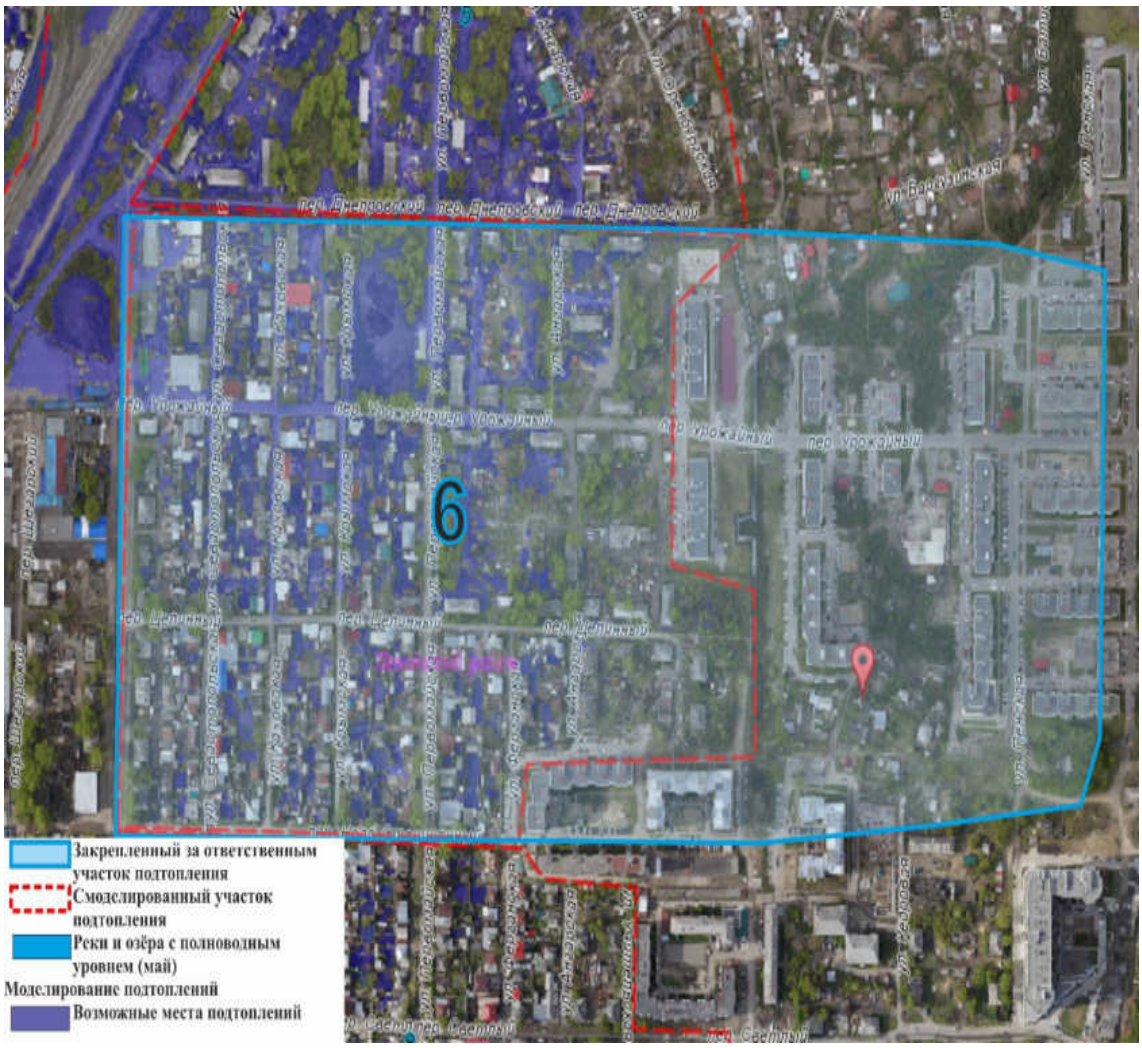


Рисунок 2.14 – Возможные места подтопления на 6 участке

Рисунок 2.15 – Возможные места подтопления на 7 участке

Рисунок 2.16 – Возможные места подтопления на 8 участке

Рисунок 2.17 – Возможные места подтопления на 9 участке

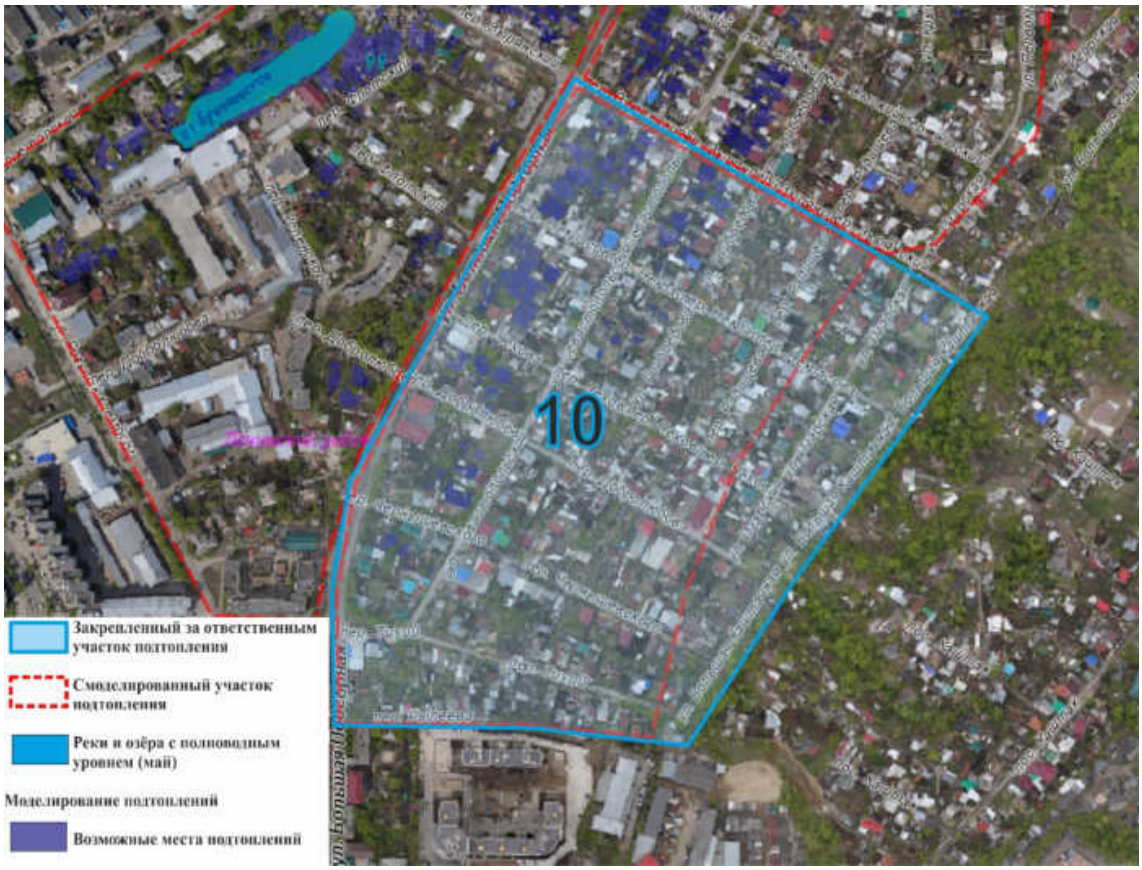


Рисунок 2.18 – Возможные места подтопления на 10 участке

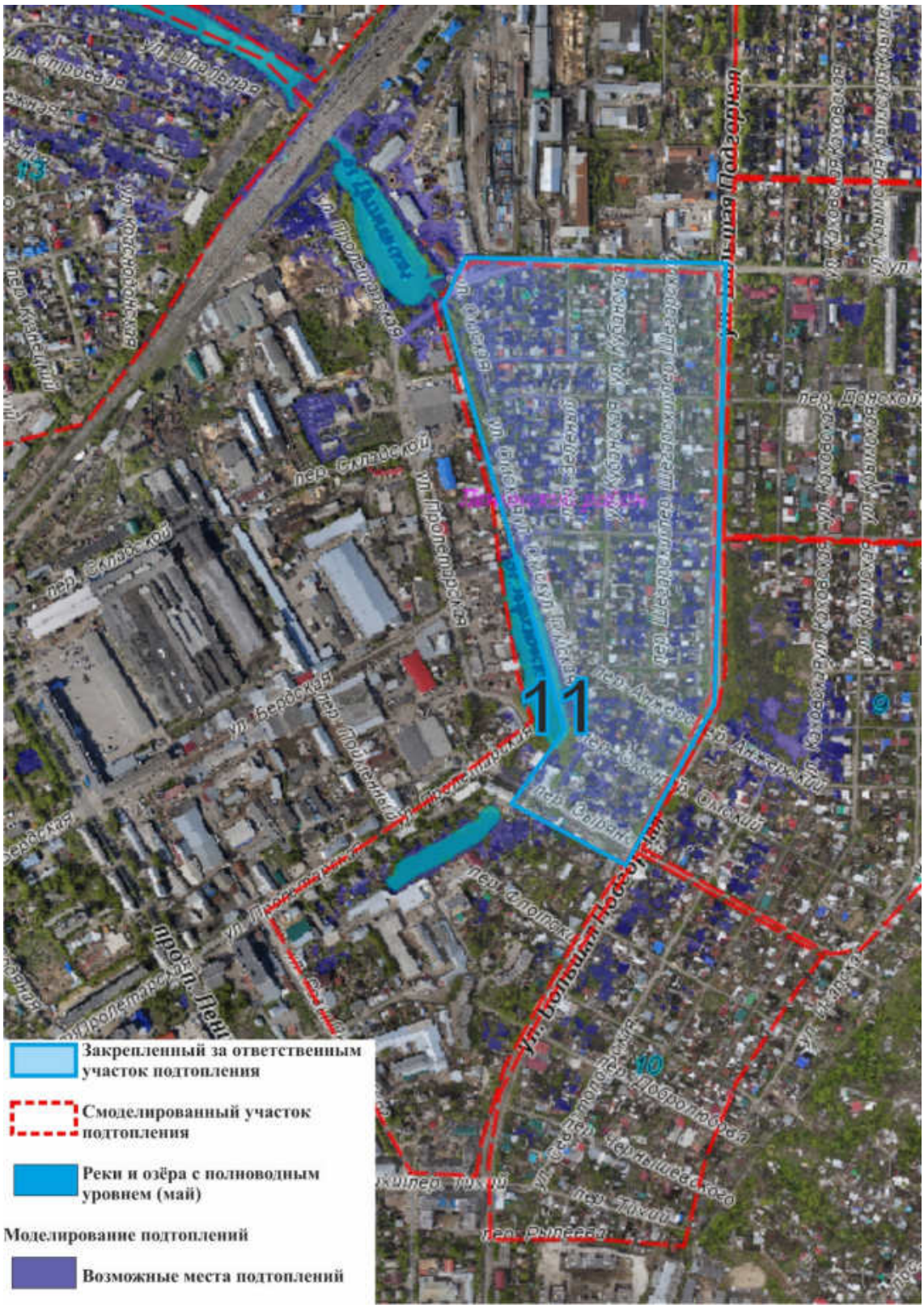


Рисунок 2.19 – Возможные места подтопления на 11 участке

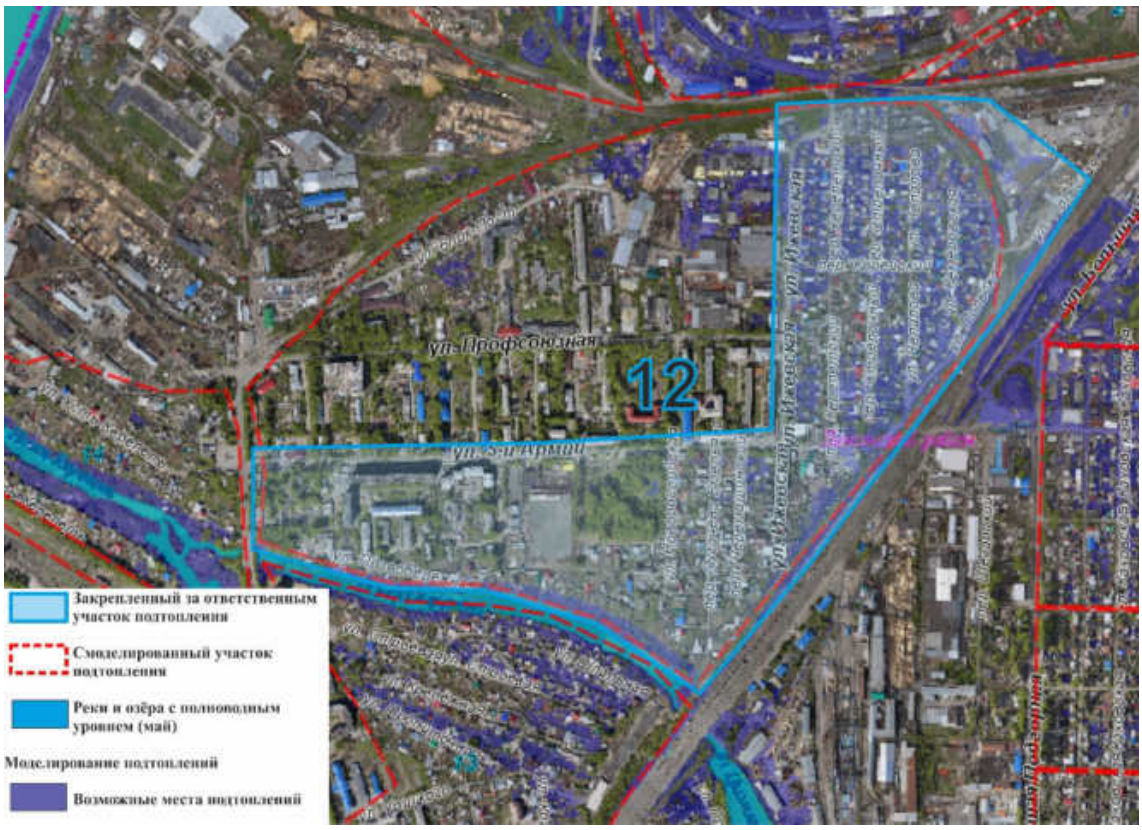


Рисунок 2.20 – Возможные места подтопления на 12 участке

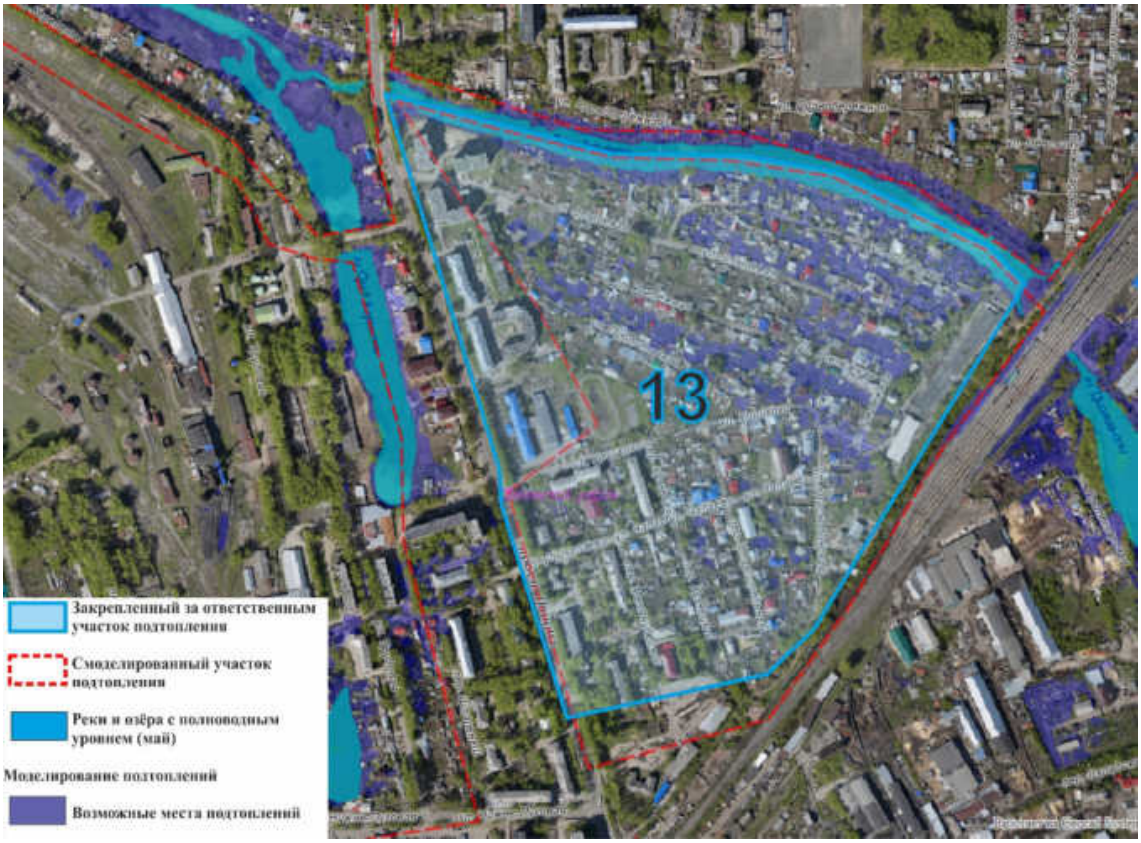


Рисунок 2.21 – Возможные места подтопления на 13 участке

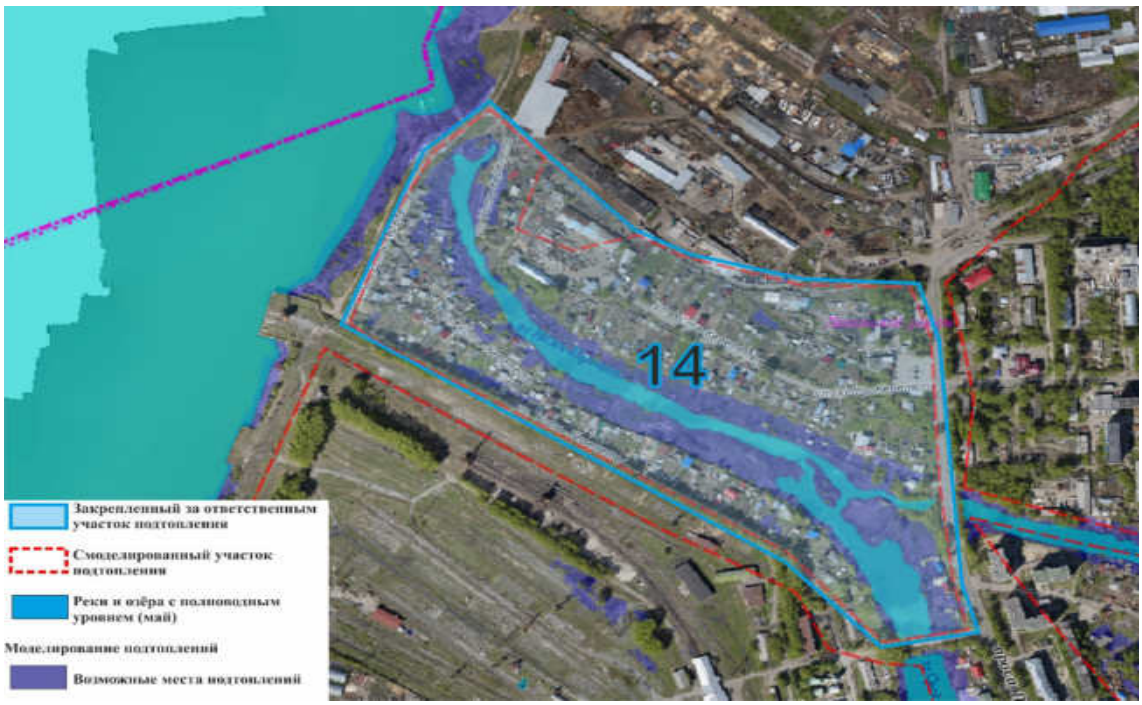


Рисунок 2.22 – Возможные места подтопления на 14 участке

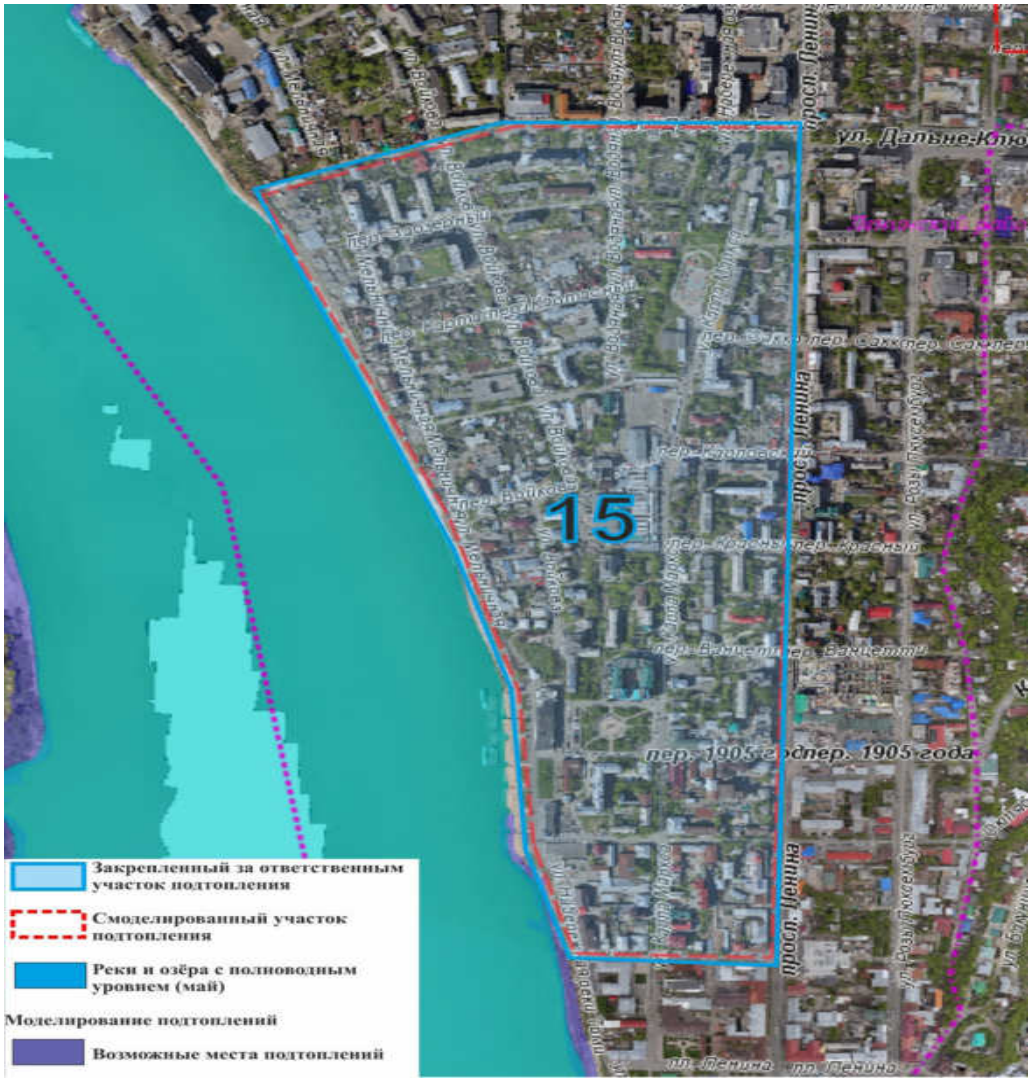


Рисунок 2.23 – Возможные места подтопления на 15 участке

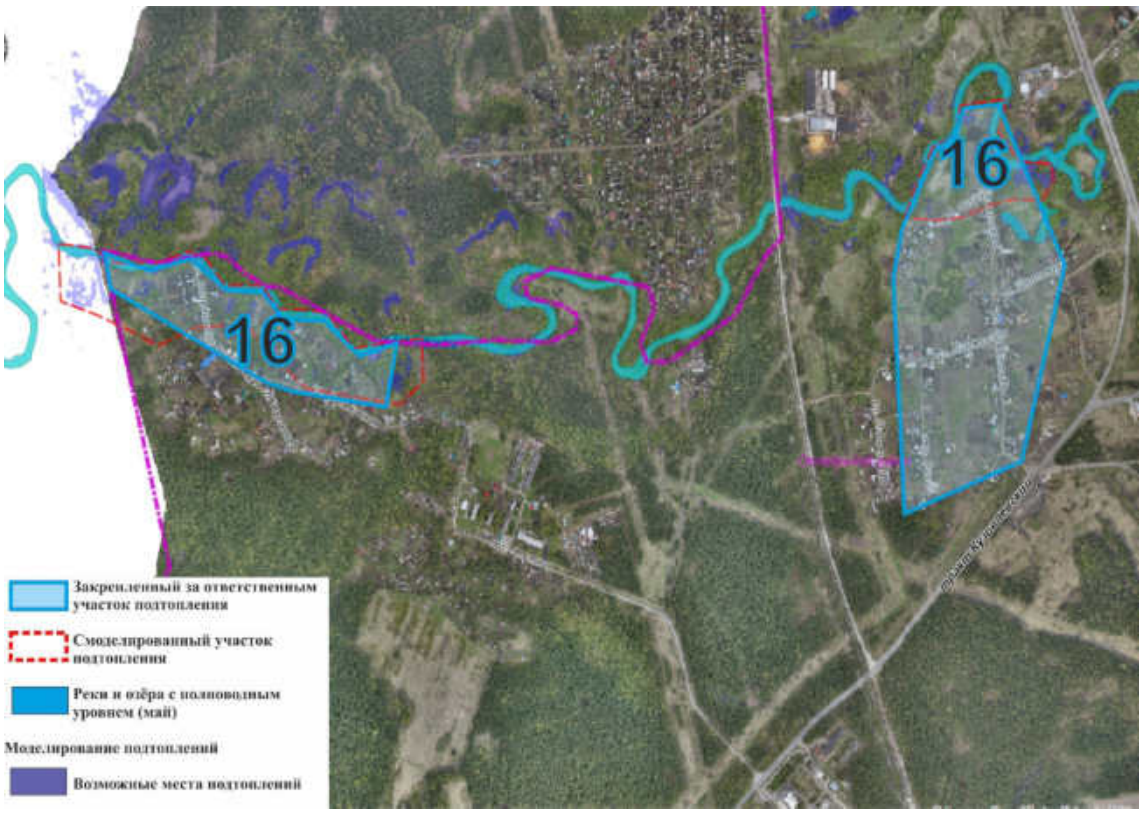


Рисунок 2.24 – Возможные места подтопления на 16 участке

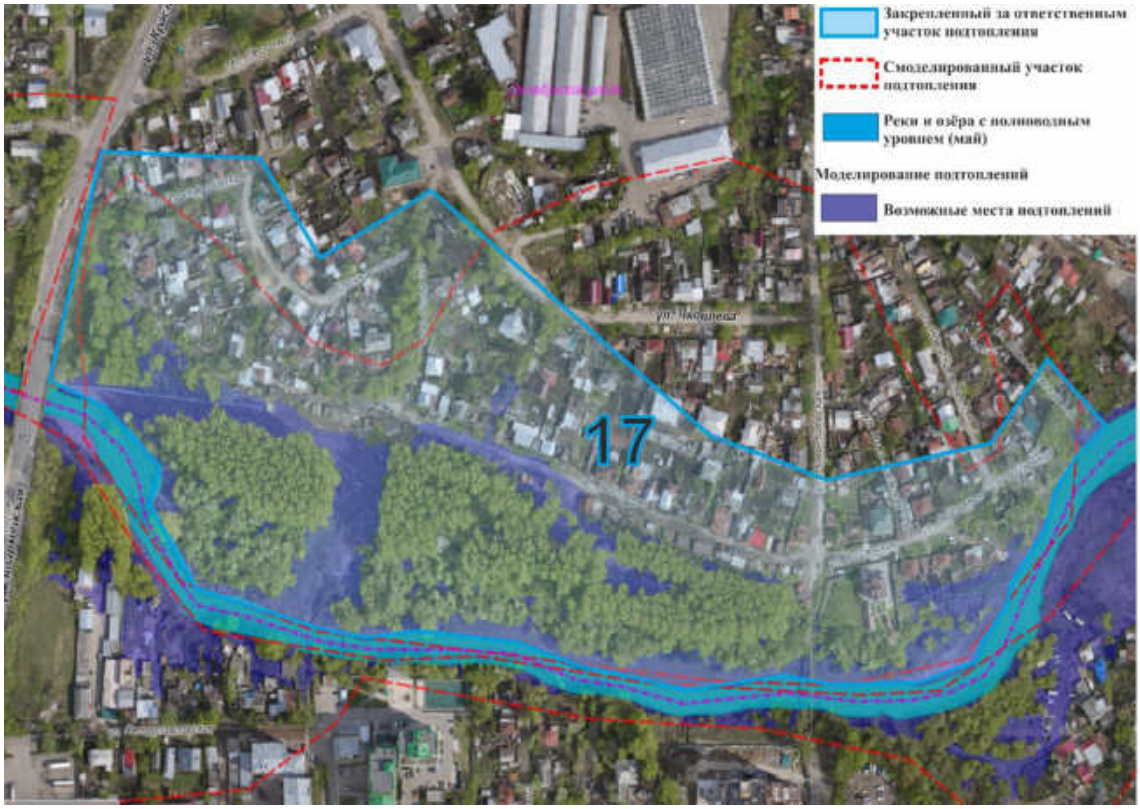


Рисунок 2.25 – Возможные места подтопления на 17 участке

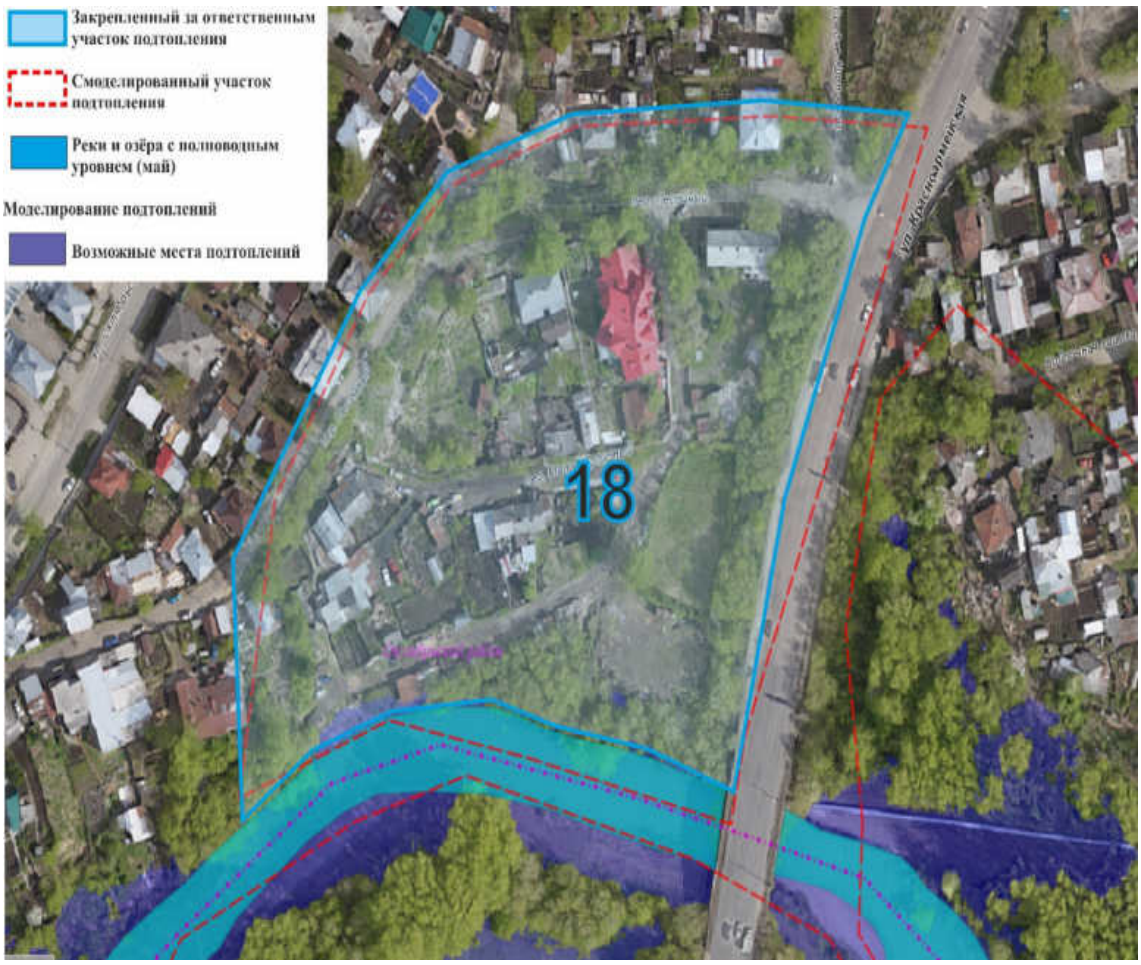


Рисунок 2.26 – Возможные места подтопления на 18 участке

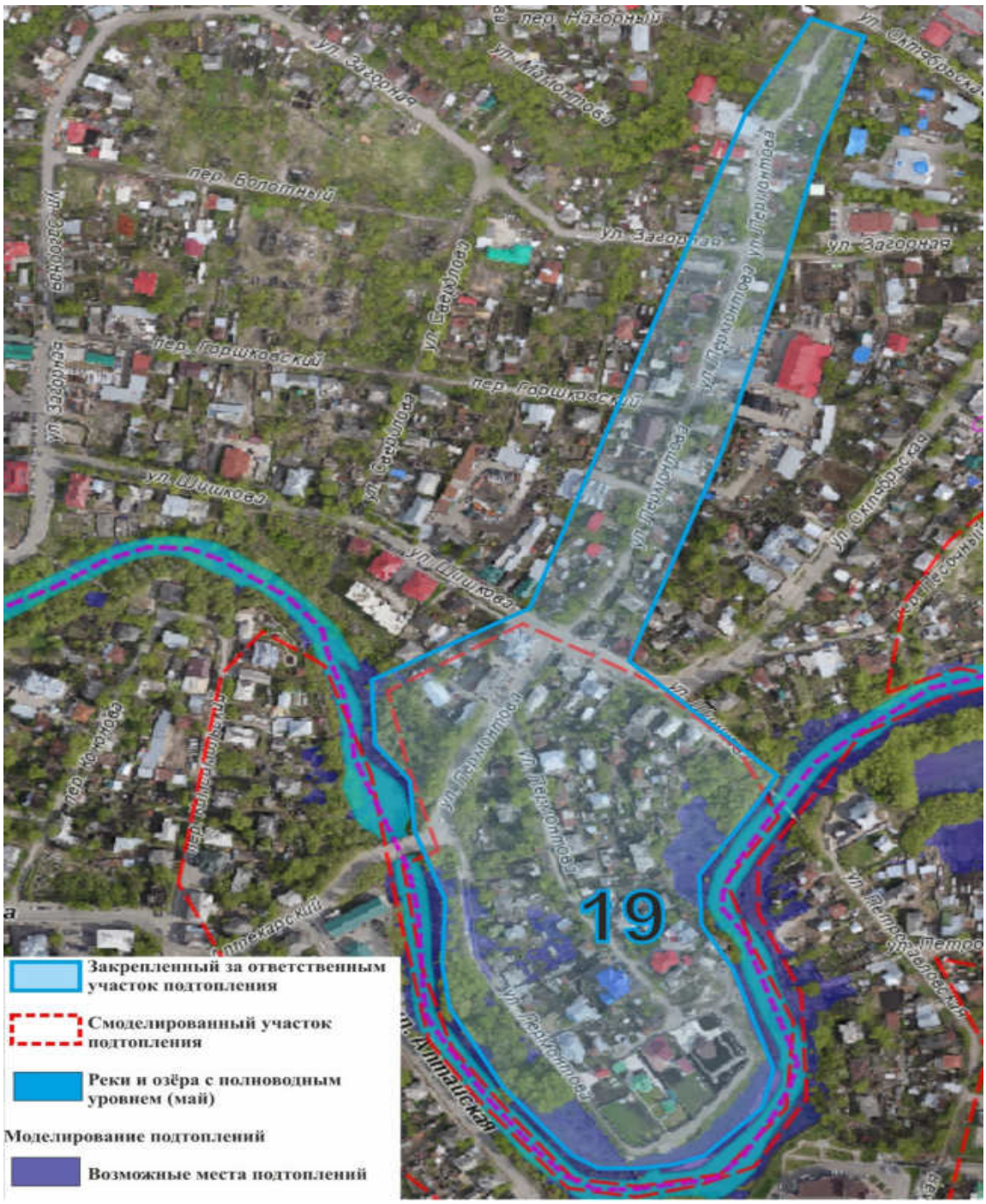


Рисунок 2.27 – Возможные места подтопления на 19 участке

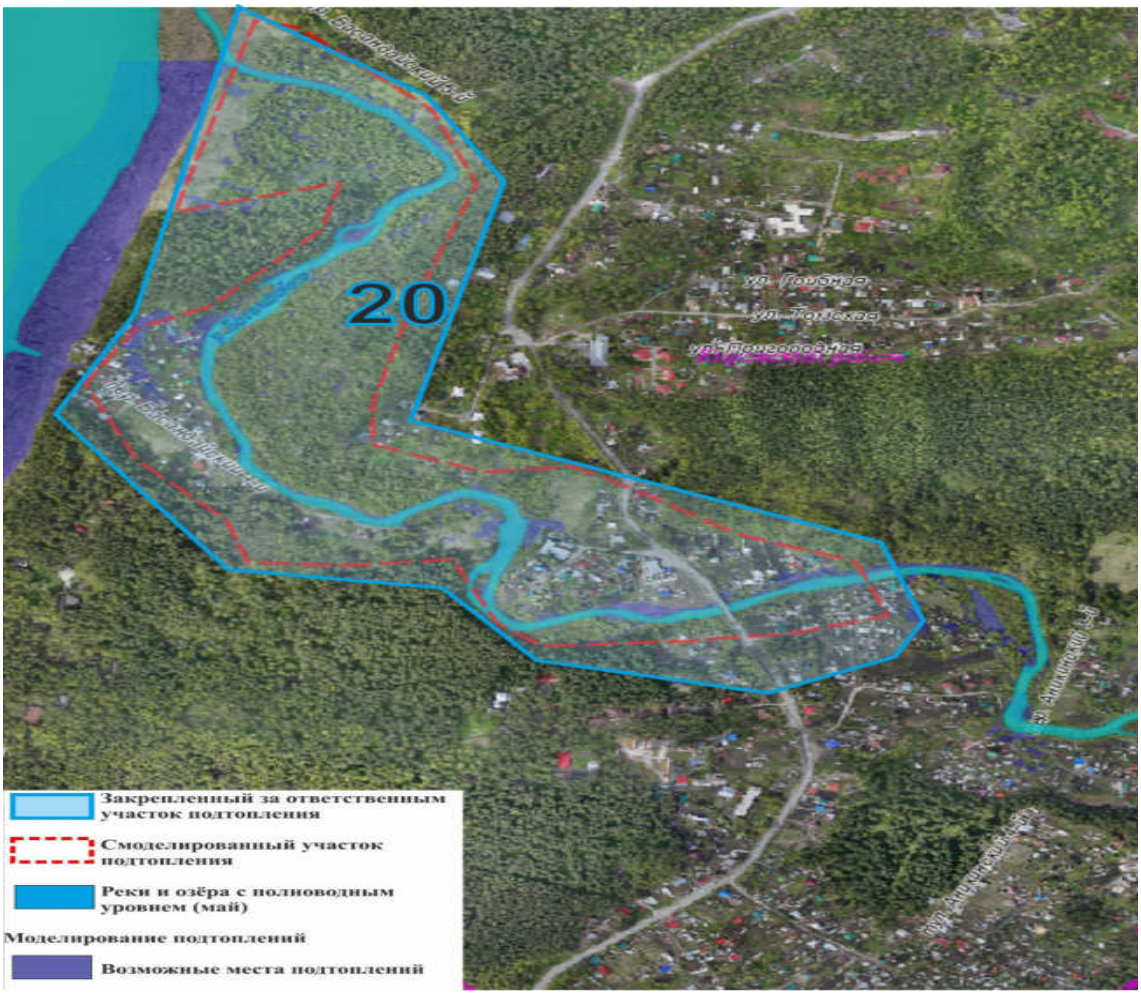


Рисунок 2.28 – Возможные места подтопления на 20 участке

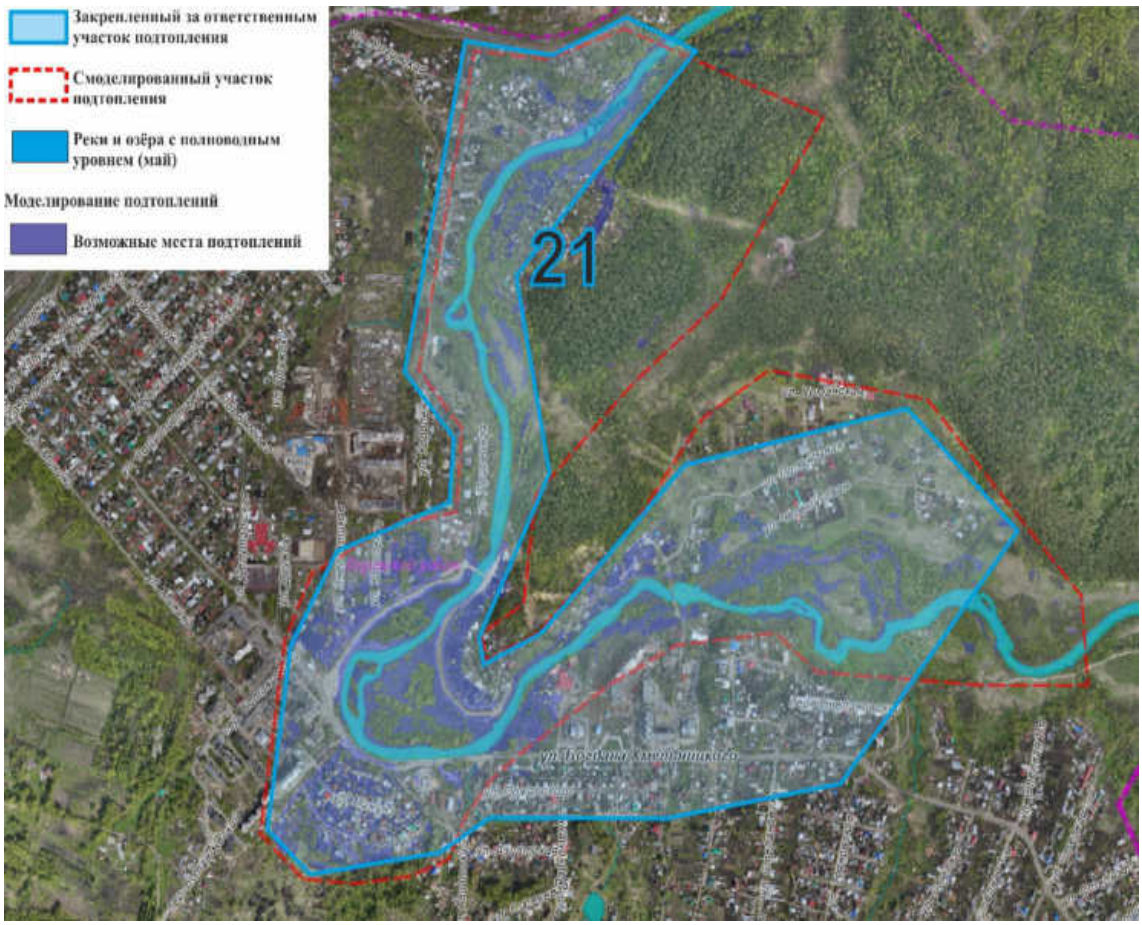


Рисунок 2.29 – Возможные места подтопления на 21участке

Рисунок 2.30 – Возможные места подтопления на 22 участке

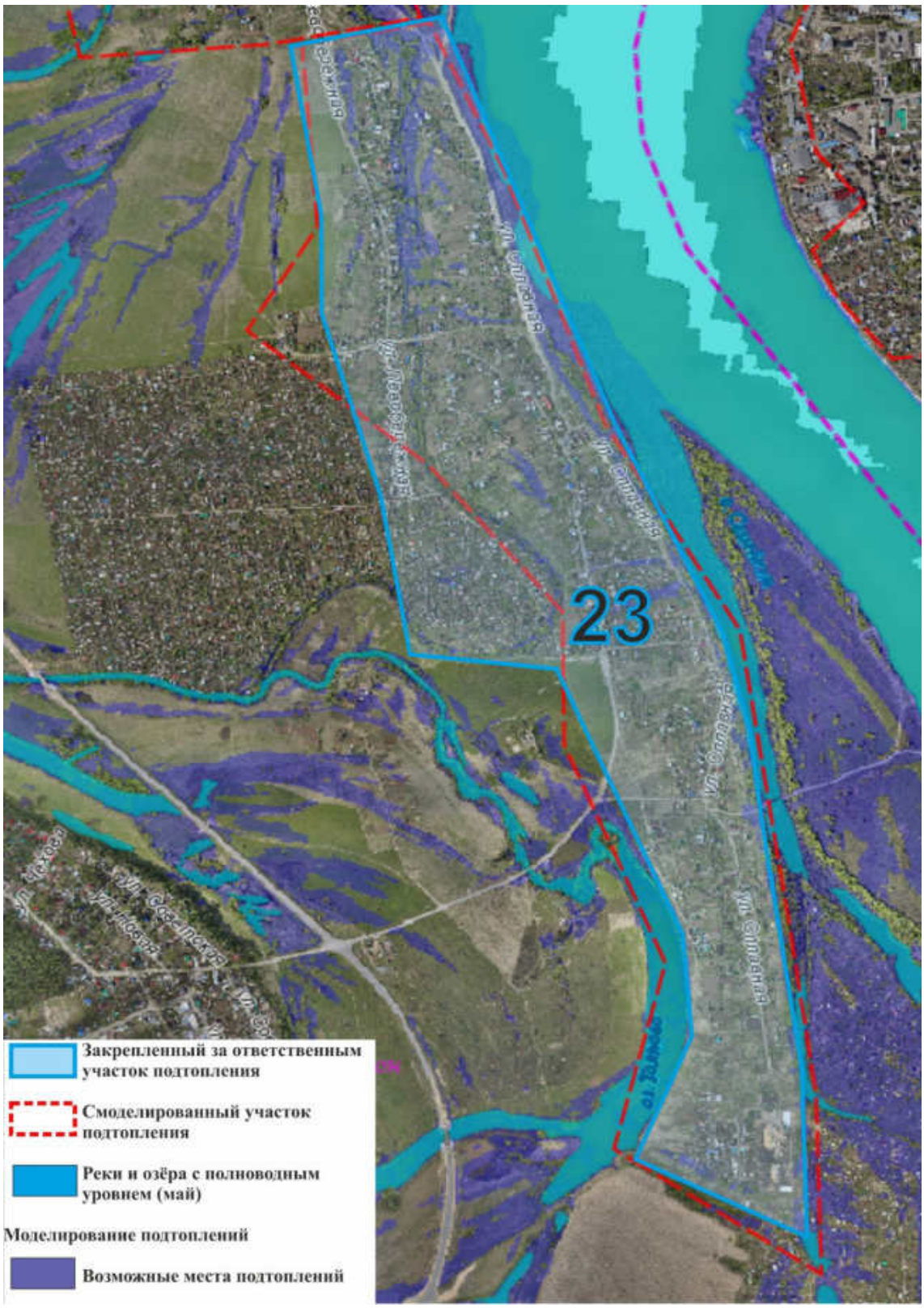


Рисунок 2.31 – Возможные места подтопления на 23 участке

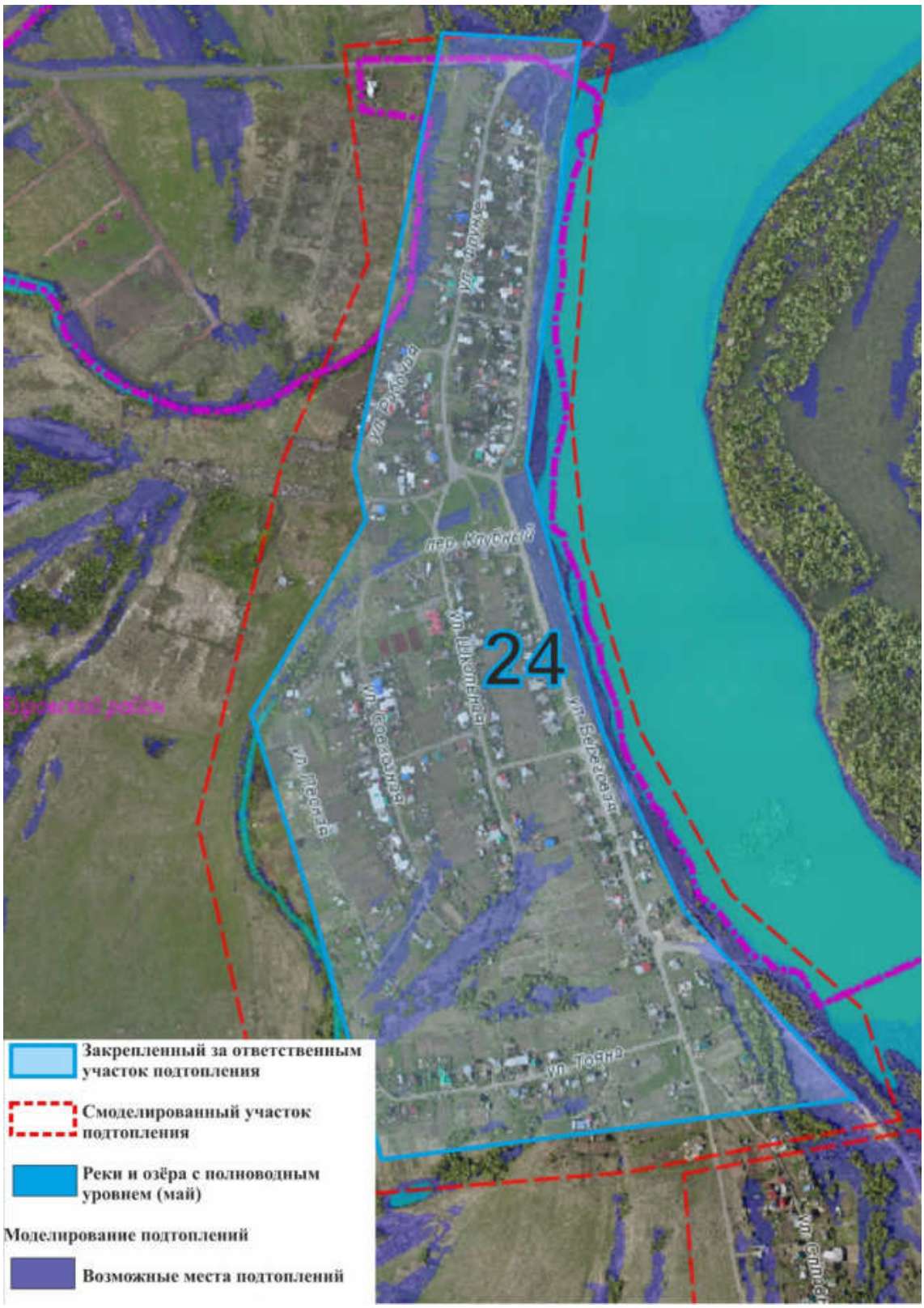


Рисунок 2.32 – Возможные места подтопления на 24 участке

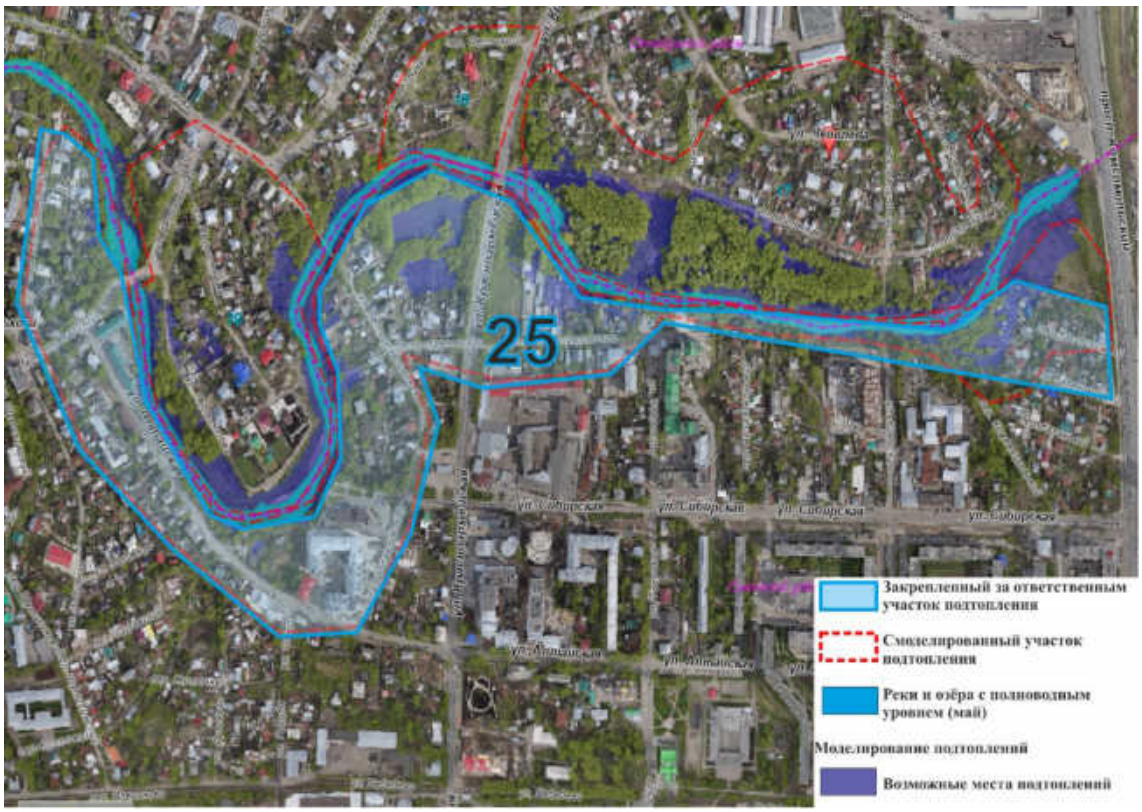


Рисунок 2.33 – Возможные места подтопления на 25 участке

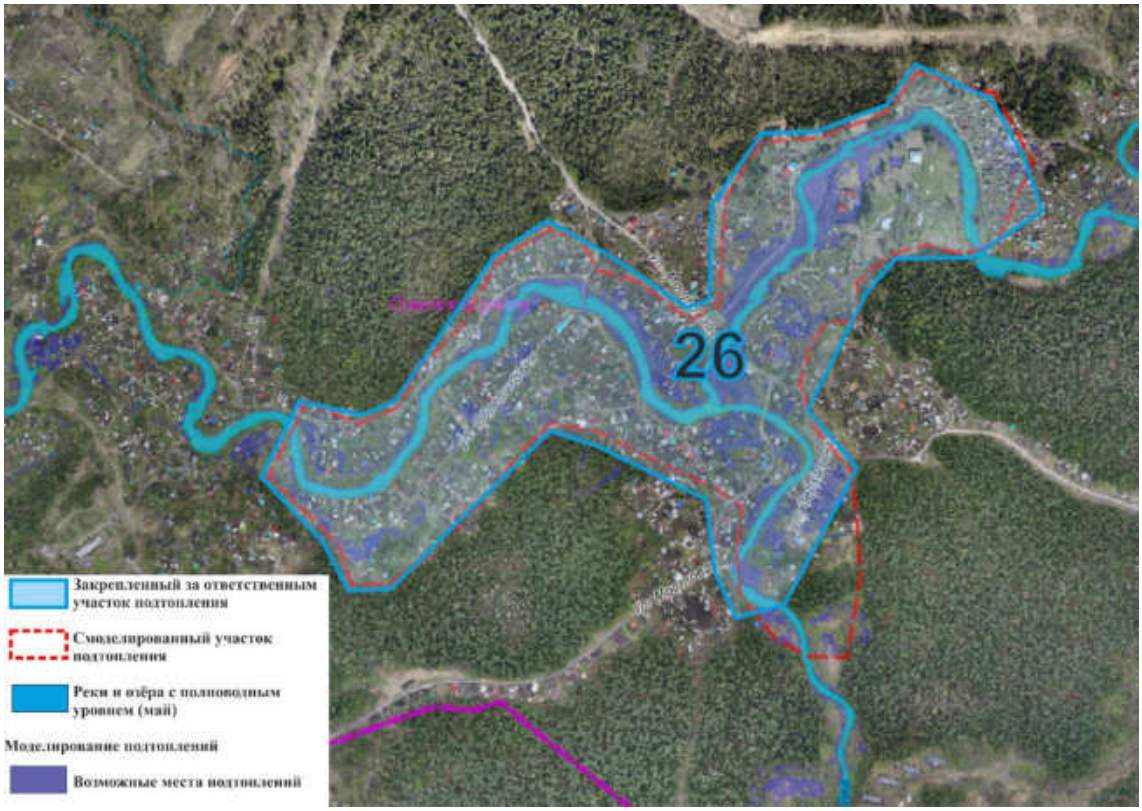


Рисунок 2.34 – Возможные места подтопления на 26 участке

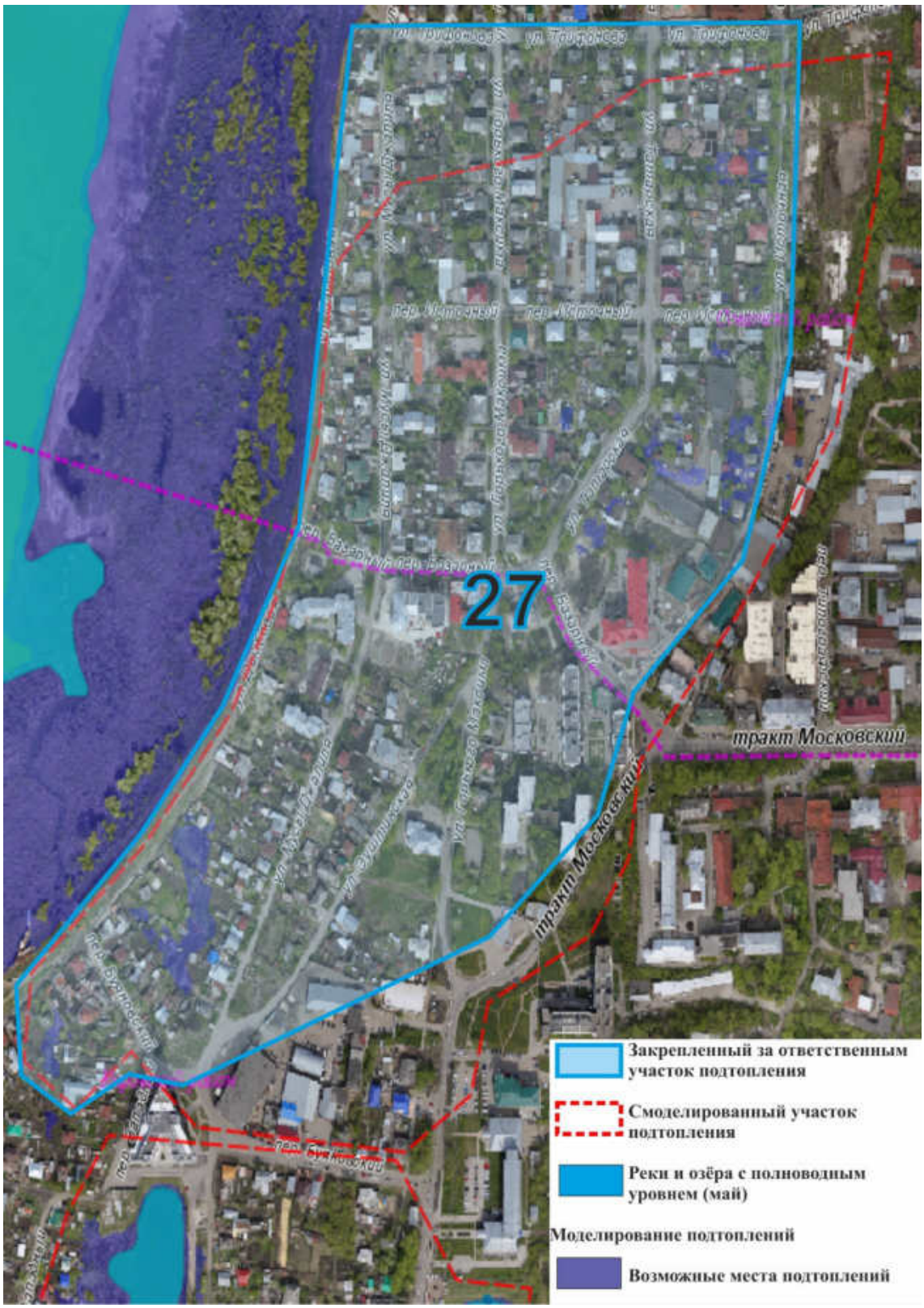


Рисунок 2.35 – Возможные места подтопления на 27 участке

Рисунок 2.36 – Возможные места подтопления на 28 участке

На основании полученных коэффициентов опасности подтопления составлена карта потенциальной подтопляемости территории города Томск рисунок 2,37

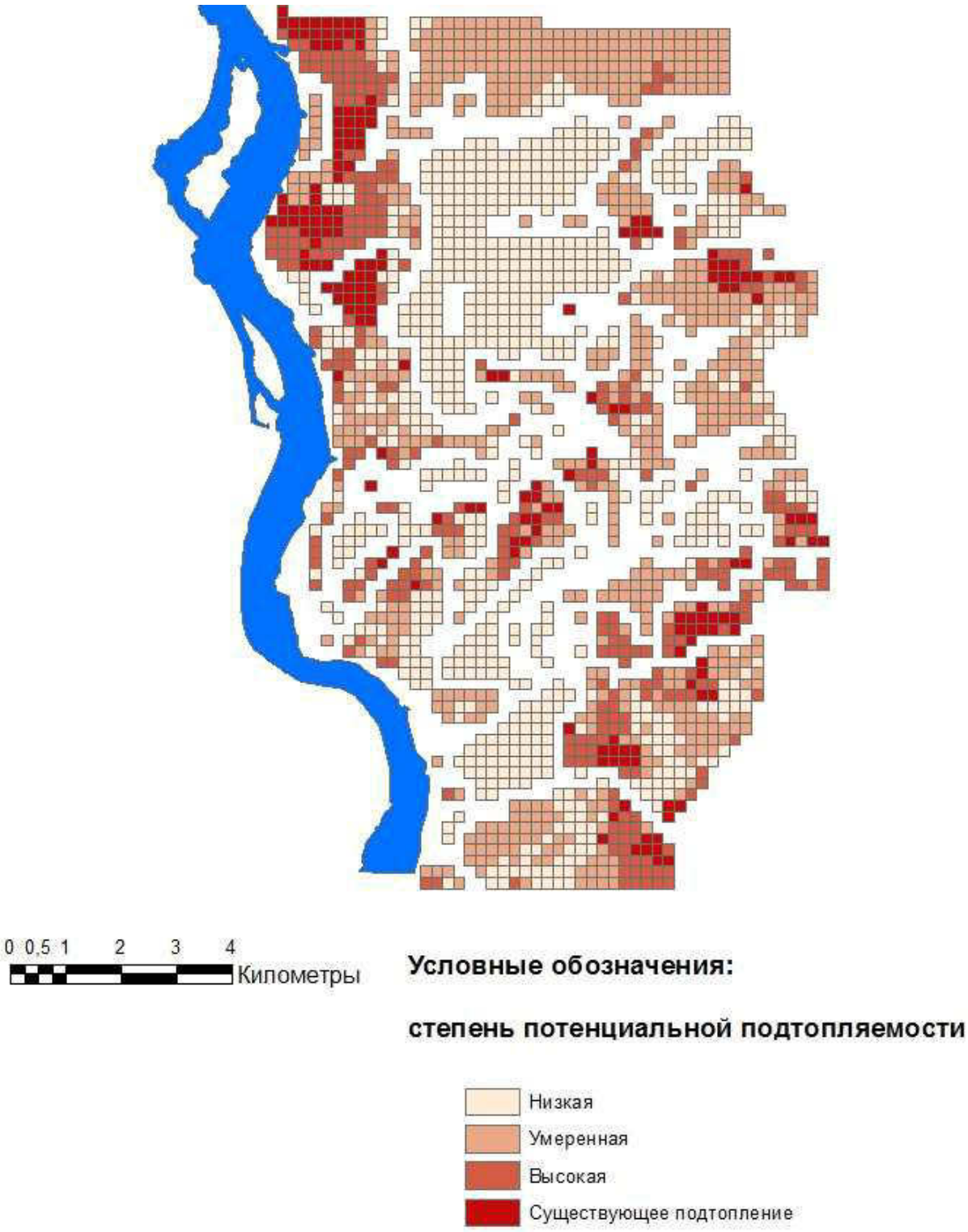


Рисунок 2.37 – Карта потенциальной подтопляемости территории города Томск

3. Проект гидрогеологических исследований на участке

3.1. Обоснование видов и объемов работ

Гидрологические исследования для строительства жилого комплекса со встроенно-пристроенными подземными стоянками автомобилей, помещениями общественного назначения по адресу пр. Комсомольский, 48 в г. Томске выполнялись в соответствии с техническим заданием. Комплекс работ произведен на основании свидетельства о допуске к работам по выполнению инженерных изысканий, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

Инженерно-геологические изыскания изученной территории выполнены согласно требованиям Технического регламента о безопасности зданий и сооружений (части 1, 7 статьи 6), СП 47.133330, СП 22.13330.2016, СП 14.13330.2014, СП 24.13330.2011, СП 116.13330.2012, ГОСТ 20522-2012, ГОСТ 12248-2010, ГОСТ 23161-2012, ГОСТ 25100-2011, ГОСТ 12536-2014, ГОСТ 5180-2015, ГОСТ 23740-2016, ГОСТ 30416-2012, Постановлением Администрации Томской области от 01.02.2008 г. № 9а «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования» с целью изучения:

- Рельефа и геоморфологических условий;
- Геолого-литологического строения, состава и состояния грунтов основания;
- Гидрогеологических условий и степени обводненности территории;
- Коррозионной активности грунтов;
- Степени агрессивного воздействия жидкой неорганической среды к бетону конструкций и арматуры;
- Факторов опасности неблагоприятных природных и инженерно-геологических процессов.

Для решения поставленных задач произведен комплекс инженерно-гидрогеологических работ: рекогносцировочное обследование участка изысканий, бурение скважин, лабораторные исследования грунтов и подземных вод (табл. 3.1).

Таблица 3.1

№ п/п	Виды работ	Ед. измерения	Объемы работ
1	Механическое колонковое бурение диаметром до 160 мм, 3-ми скважин глубиной 35,0	п.м.	110
	Отбор проб грунтов из скважин	проба	20
	Комплекс определений физико-механических свойств грунтов	опред.	20
	Комплекс определений физических свойств грунтов	опред.	20
	Стандартный химический анализ подземных вод	проба	3
	Коррозионная агрессивность грунтов	проба	3
	Составление технического отчета	отчет	1

3.2. Методика проектируемых работ

3.2.1. Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические выполняются с целью выноса на местность инженерно-геологических выработок и их планово-высотной привязки.

Геодезические работы проводятся в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 и СП 11-104-97

Проектом предусмотрено привязка 3-х скважин. По результатам произведённых геодезических работ предоставляется:

– каталог координат и высот скважин;

– план расположения инженерно-геологических выработок.

Разбивка и привязка скважин произведена инструментальными методами с помощью системы GPS. Абсолютные отметки устьев выработок вынесены на карту фактического материала

3.2.2. Буровые работы

Геолого-технические условия бурения

В гидрогеологии универсальным методом ведения разведочных работ является бурение скважин. Скважины проходятся для изучения геологического разреза и определения по монолитам и образцам физико-механических свойств пород.

На строительной площадке проектируется бурение 3 гидрологических скважин для изучения фильтрационного способности грунта, и установления направления разгрузки, скважины глубиной до 35 м.

В геологическом разрезе с поверхности до вскрытой глубины можно встретить 16 различных толщ пород имеющих специфические физико-механические свойства и характерную им мощность.

По классификации горных пород по буримости представленной в учебном пособии Б.М. Ребрика «Бурение инженерно-геологических скважин» грунты, слагающие рассматриваемый геологический разрез, относятся к III категории по буримости.

Условия на изучаемой территории для проведения буровых работ можно считать простыми, потому что территория расположена в равнинной местности что позволит использовать для бурения самоходные буровые установки.

Выбор конструкции скважины

Исходя из задач, которые необходимо решить при бурении, а именно детально изучить геологический разрез, изучить последовательность залегания слоев грунта, их мощность и положение контактов, структурных и текстурных особенностей грунта и т.д., скважины по назначению будут разведочными [22].

Для данного геологического разреза можно применить типовую конструкцию скважины. Применительно к данному разрезу подходит тип IIа, описанный в учебном пособии Рембрика М.Б. [18]

В соответствии с пособием Рембрика М.Б. конструкция скважины имеет следующее строение:

диаметр породоразрушающего инструмента (ПРИ),мм: 151; 132; 112.

диаметр колонковых труб, мм: 146; 127; 108.

диаметр бурильных труб, мм: 50.

В соответствии с диаметром ПРИ, с поверхности до забоя диаметр скважины составляет 112 мм. Конструкция скважины показана на листе 5.

Выбор способа бурения

При определении способа бурения скважин глубиной 35 м, при категория пород не выше 3, поэтому выбран вращательный (колонковый) способ бурения. При выборе бурового оборудования учитывалось геологическое строение и глубина скважин.

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее широко применяемых на инженерных изысканиях способов проходки скважин. Основными преимуществами его являются простота технологии, высокое качество производства работ, повышенная производительность.

Выбор буровой установки и технологического инструмента

В соответствии с выбранным способом бурения и выбранной конструкцией скважины можно осуществить выбор буровой установки.

Для проходки скважин выбрана установка УГБ–1ВС (рис.27). Многочисленная практика использования этой установки различными изыскательскими организациями при инженерно-геологических гидрологических исследованиях, подтверждает правильность этого выбора.

Установка УГБ–1ВС смонтирована на базе грузового автомобиля высокой проходи-мости ГАЗ-66. Техническая характеристика буровой установки приведена ниже (табл.3.8.)

К техническому инструменту, необходимому для бурения скважин относится породоразрушающий инструмент (ПРИ).

В комплект основного бурового инструмента для колонкового бурения входят колонковые, бурильные, обсадные трубы, коронки, шнеки, ломы, лопаты и др. Краткая характеристика бурового геологоразведочного инструмента приведена ниже.

Колонковые трубы

Трубы колонковые предназначены для приёма керна, последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения. При бурении гидрологических скважин применяются колонковые трубы диаметра 146 мм, 127 мм, 108 мм, длиной 2 м.

Бурильные трубы

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, обеспечения промывки или продувки её забоя, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины.

При бурении геологоразведочных скважин предусматриваются легкосплавные бурильные трубы ниппельного соединения, с правой резьбой. Трубы изготовлены из сплава Д16Т, ниппеля из стали 40ХН. Толщина стенок 5,0 мм. Применяются бурильные трубы длиной 1,5–3,0 м. Диаметр труб–50 мм. Масса погонного метра: 5.5 кг.

Твердосплавная коронка СМ–4

При бурении геологоразведочных скважин применяются твердосплавные коронки для вращательного колонкового бурения типа СМ–4. Коронка типа СМ–4 предназначена для бурения скважин по породам III–V категории по буримости.

Коронка СМ-4 (рис.26) армированы резцами размером $4\times4\times10$ из сплава ВК6. Основные резцы установлены по торцу раздельно и наклонно в три ряда: центральные резцы выступают на 4 мм; внутренние подрезные–на 3,5 мм; наружные подрезные–на 2,5 мм. Следовательно, трехступенчатый забой при бурении перекрывается группой из трех резцов. В результате разворота резцов относительно радиуса коронки на угол от 15 до 25° и их отрицательного наклона на 15° грани резцов образуют двухгранно-отрицательные углы. Это повышает скорость бурения и износостойкость резцов, снижает возможность их поломок. Выпуск резцов за боковые поверхности коронки равен 1,5 мм. Дополнительные подрезные резцы установлены по наружному диаметру

коронки в ее промывочных каналах вертикально с возвышением на 3 мм. Наружные диаметры коронок 151, 132 и 112 мм.

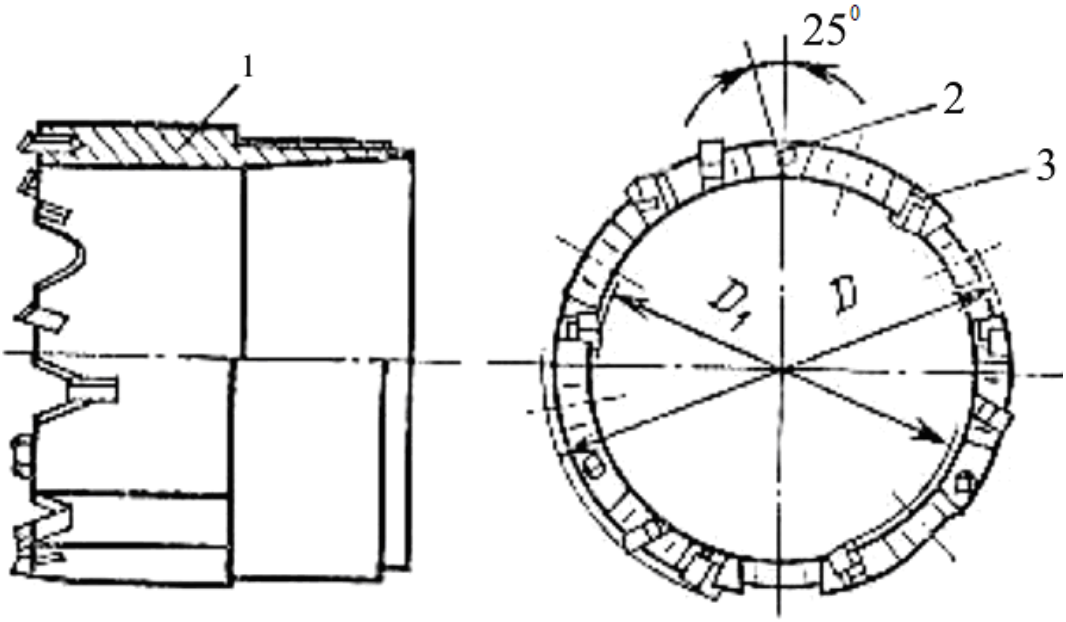


Рис. 26 Твердосплавная резцовая коронка СМ-4: 1–корпус , 2, 4–резцы, 3–вкладыши.

Техническая характеристика коронки типа СМ–4 диаметром 132 мм:

- Наружный номинальный диаметр корпуса: 132 мм, предельное отклонение: +0.6 мм, - 0,5мм;
- Внутренний номинальный диаметр корпуса: 113 мм, предельное отклонение: + 0.6 мм, - 0,9 мм;
- Наружный диаметр резьбы по ГОСТ 6238-77: 122 мм;
- Наружный диаметр основания без резьбы: 101 мм, отклонение – 0.5мм;
- Внутренний диаметр основания резьбы: 118 мм, отклонение + 0.5 мм;
- Внутренний диаметр корпуса коронки: 116 мм, предельное отклонение + 0.5 мм;
- Наружный диаметр корпуса коронки без твердосплавных пластин: 129 мм;
- Конусность по ГОСТ 8593-57: 1:16;
- Число основных резцов: 12;
- Число подрезных (дополнительных): 4;
- Осевая нагрузка на основной резец, кН: 0,8;

- Окружная скорость коронки, м/с: 0,7–1,8;
- Масса коронки: 1,0 кг.

Технология бурения скважин

Вращательное (колонковое) бурение является одним из наиболее распространенных способов проходки скважин при инженерных изысканиях.

Преимущество колонкового способа перед другими заключается в том, что оно обеспечивает бурение скважин почти во всех разновидностях пород, являясь единственным способом бурения крепких скальных пород с отбором керна. При изысканиях используется колонковое бурение всухую, с продувкой воздухом [22].

Бурение всухую применяется для бурения плотных глинистых и рухляковых пород (гравийные и дресвяные грунты, глинистые грунты–суглинки и супеси с включениями гравия и щебня более 20%). Осуществляется твердосплавными коронками при частоте вращения бурового снаряда не более 60–150 об/мин, при осевой нагрузке на буровую коронку (0,3–0,6)× 104Н. Интенсивное расхаживание бурового снаряда способствует более эффективному бурению, однако в этом случае столбик породы значительно деформируется.

При колонковом бурении всухую, граница между слоями породы, устанавливаемая по керну, может быть зафиксирована с погрешностью, находящейся в пределах 0,25–0,5 м, при этом могут быть пропущены отдельные слои со средней мощностью до 0,25 м. При бурении глинистых пород возможны нарушения их естественной структуры и влажности за счет скручивания, растяжения и нагревания керна [18].

В данном случае рассматриваемые грунты относятся к III категории по буримости, в качестве ПРИ необходимо применять твердосплавную коронку СМ–4.

По результатам всех вышеперечисленных сведений составлен геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологических скважин глубиной до 35 метров (лист 5).

Расчёт режимов бурения для твердосплавной коронки типа СМ–4

1. Расчёт осевой (полной) нагрузки производится по формуле:

$$P = P_o \cdot N, \tag{14}$$

где P_o–рекомендуемая осевая нагрузка на один резец, принимается равной 0,8 кН;

N–число основных резцов, N=12;

P=0,8$\times$12=9,6 (кН)

2. Рассчитаем средний диаметр скважины:

$$D_c=(D_3+D_2+D_1)/3 \tag{15}$$

D_c = (146+132+112)/3= 130 (мм) = 0,13 (м).

3. Расчёт частоты вращения коронки производится по формуле:

$$n = \frac{20V_o}{D_c}, \tag{16}$$

где V_o–рекомендуемая окружная (осевая) скорость вращения, V_o = 1,75 м/с;

D_c–средний диаметр скважины.

N = 20*1.75/0.13=269.2 (об/мин).

Расчёты по расходу промывочной жидкости не выполняются, так как бурение производится всухую [18].

Таблица 3.8. Характеристика буровой установки УГБ-1ВС

Номинальная глубина бурения, м, при бурении способом:	50
Шнековым	50
Медленновращательным (шурфы)	12
Колонковым («всухую»)	50
Начальный диаметр скважины, мм, при бурении способом:	
Шнековым	150-198
Медленновращательным (шурфы)	650
Колонковым («всухую»)	151
Грузоподъёмная сила шпинделя вращателя, кН	78,4
Максимальный крутящий момент вращателя, Н$\times$м	50
Частота вращения инструмента, об/мин	40, 80, 140, 200
Категория пород по буримости	I – VII
Скорость перемещения вращателя, м/с:	
вверх	0–0,4
вниз	0–0,9
Тип мачты	Пространственная телескопическая сварная ферма из труб
Высота мачты, м	8
Максимальная грузоподъемность мачты, т	0,3
Тип лебёдки	Фрикционная
Максимальная грузоподъёмная сила лебёдки при прямом канате, кН	25,5
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0,55–1,1
Тип привода станка	Дизель Д65Н
Максимальная частота вращения двигателя, об/мин	1750
Транспортная база установки	Автомобиль ГАЗ-66-02
Тип прицепа	2ПН2 (модель 710–В)
Масса, кг:	
Буровой установки	6120
Прицеп с инструментом	2000
Максимальная транспортная скорость, км/ч:	
По дорогам с твёрдым покрытием	50
По грунтовым дорогам и бездорожью	25
Габаритные размеры, мм:	
Буровой установки в транспортном положении	9050$\times$2380$\times$2750
Прицепа	5750$\times$2320$\times$2715

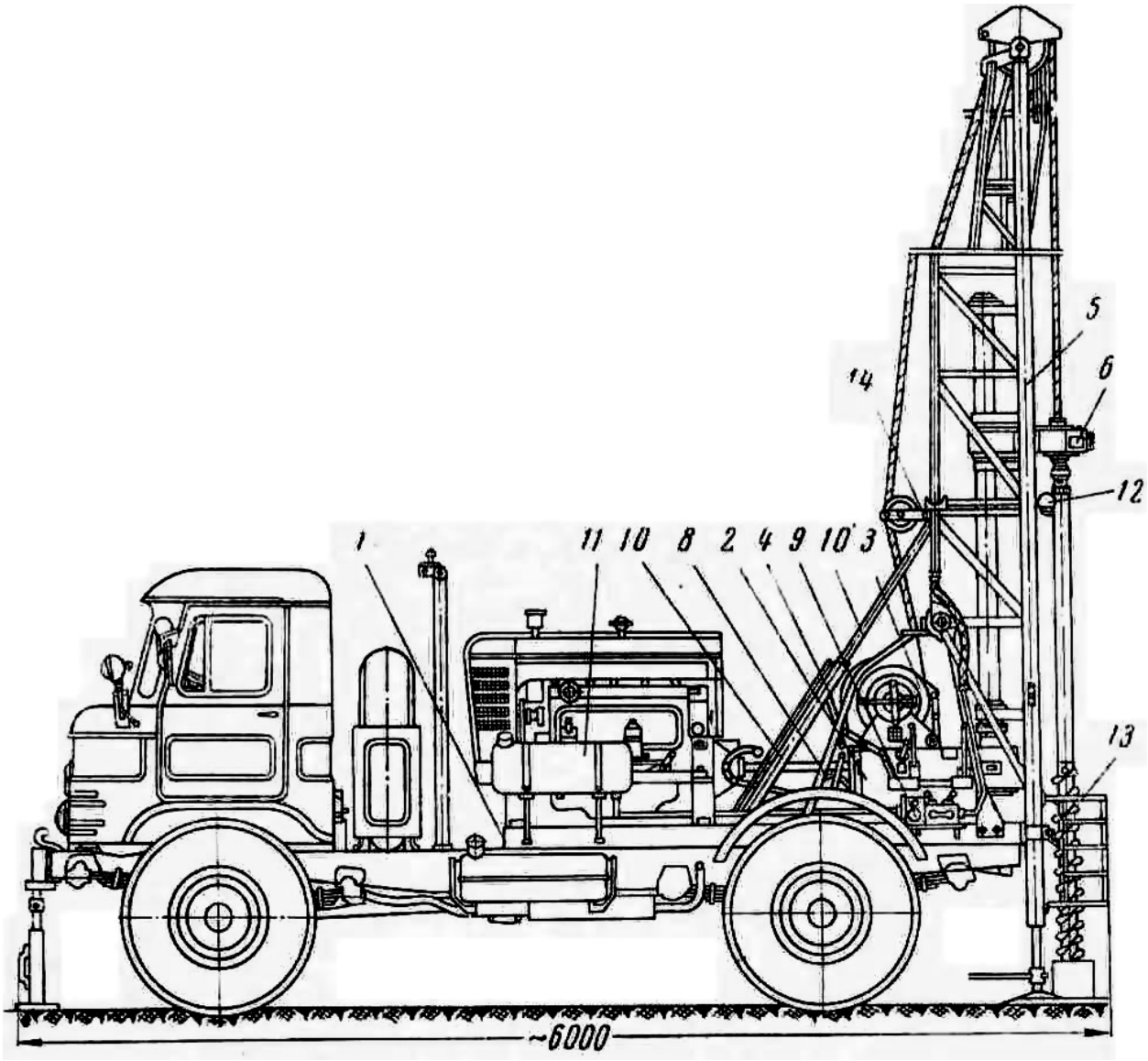


Рис. 27 Основные узлы установки УГБ–1ВС:

1–рама; 2–коробка передач; 3–лебёдка; 4–тормоза; 5–мачта; 6-вращатель; 7–гидроцелиндры, 8–оттяжной ролик; 9–пост управления станком, цилиндр подъёма мачты; 10–цилиндры подъёма мачты; 11–масляный бак; 12–фары; 13–ограждение шнека; 14–направляющий ролик

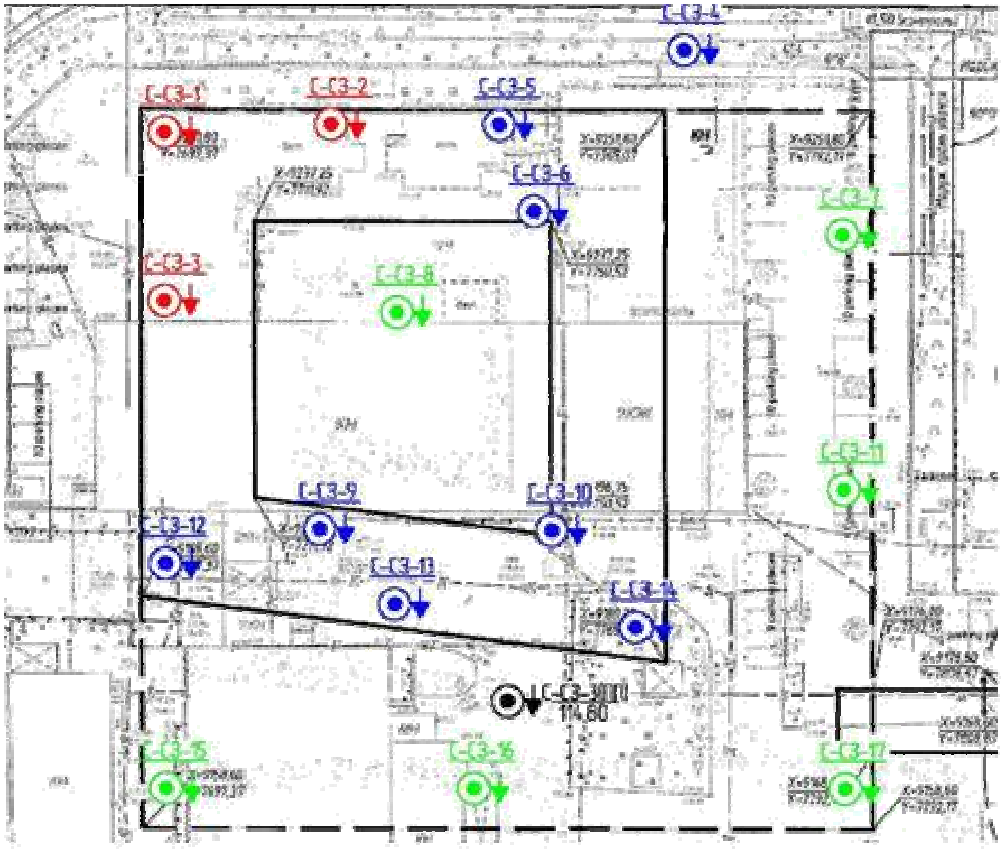


Рисунок 3.1 – Схема расположения горных выработок

Примечание: Зеленым цветом обозначены проектируемые инженерно-геологические выработки глубиной 20,0 м; синим цветом – глубиной 25,0 м; красным цветом – глубиной 35,0 м; черным цветом обозначены привлекаемые инженерно-геологические выработки.

3.2.3. Полевые работы

Отбор образцов выполняется в объеме, обеспечивающем разделение разреза на инженерно-геологические элементы. Число одноименных частных определений для каждого выделенного на площадке инженерно-геологического элемента должно быть не менее десяти для физических характеристик и не менее шести – для механических характеристик (п. 5.3.17 СП 22.13330.2011). Линзы и прослои, мощность которых не позволяет отобрать достаточное количество образцов, могут быть охарактеризованы нормативными значениями характеристик по единичным определениям (примечание п.5.4 ГОСТ 20522-2012).

Отбор проб и монолитов грунтов осуществляется грунтоносом диаметром 108 мм не более чем через 2,0 м. Всего планируется отобрать 215 образцов.

Для изучения гидрогеологических условий во всех выработках фиксируется наличие грунтовых вод. Производятся замеры появления и установления их уровня, отмечается время его восстановления.

При отсутствии или глубоком залегании подземных вод производится отбор проб грунта на коррозионную агрессивность к железобетонным, бетонным конструкциям и стали. Отбор осуществляется в 3 точках площадки на глубине 1,0-1,5 м. Масса пробы составляет 2,0 кг.

При наличии водоносных горизонтов отбираются пробы воды на химический анализ и коррозионную агрессивность к бетонным, железобетонным конструкциям и стали: не менее трех проб на встреченный водоносный горизонт.

3.2.4. Лабораторные работы

Опробование грунтов. Состав и состояние грунтов исследуемой площадки устанавливается путем проведения лабораторных анализов проб, отобранных в процессе бурения.

Из физических свойств для глинистых грунтов определяется плотность, естественная влажность и пределы пластичности, гранулометрический состав; для крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем определяется гранулометрический состав, естественная влажность глинистого заполнителя, пределы пластичности заполнителя; для песков – естественная влажность и гранулометрический состав. Из физико-механических свойств производится определение угла внутреннего трения, удельного сцепления и модуля деформации. Пробы для определения естественной влажности и пределов пластичности глинистых, естественной влажности песчаных грунтов отбираются из каждого литологического слоя, но не реже, чем через 0,5-2,0 м. Для определения гранулометрического состава грунтов отбираются валовые

пробы из каждого однородного слоя с интервалом опробования не более 2,0 м. Вес пробы зависит от фракционного состава грунта.

Выбор вида и состава определений характеристик грунтов производится в соответствии с видом грунта, этапа изысканий, а также прогнозируемых изменений инженерно-геологических условий по СП 47.13330[95].

Таким образом, проектируются следующие лабораторные определения:

- определение природной влажности;
- определение плотности грунта;
- определение границ текучести и раскатывания, и пластичности;
- определение гранулометрического состава песчаных грунтов;
- определение коррозионных свойств грунтов по отношению к бетону, стали и свинцовым оболочкам;
- определение химического состава подземных вод;
- испытания на компрессионное сжатие;
- определение сопротивления срезу;
- определение углов естественного откоса сыпучих грунтов.

Объем лабораторных работ зависит от необходимого количества частных значений характеристик грунтов по выделенным ИГЭ на исследованной территории.

Изучение физико-механических свойств грунтов осуществлялось в стационарной грунтоведческой лаборатории с учетом требований существующих ГОСТов. Определение плотности частиц, плотности грунтов при естественной влажности и в сухом состоянии, пористости, коэффициента пористости, степени влажности, природной влажности, пределов пластичности, показателя текучести глинистых грунтов и гранулометрического состава песчаных грунтов осуществлялось в соответствии с методиками следующих ГОСТов: ГОСТ 5180–2015, ГОСТ 12248–2010, ГОСТ 25584–2016, ГОСТ 30416– 2012, ГОСТ 23740–2016, ГОСТ 28622–2012

Изучение деформационных свойств грунтов производилось в компрессионных приборах АСИС на монолитах при естественной влажности, при коэффициенте водонасыщения Sr < 0,8 д.е. – при полном водонасыщении. Компрессионные испытания грунтов проводились в интервале давлений 0,0–0,30 МПа ступенями по 0,5 МПа, не менее 5 ступеней, модуль деформации определялся в интервале давлений 0,1–0,2 МПа. По результатам опыта составлялся паспорт испытания грунта для каждого образца в соответствии с ГОСТ 12248–2010.

Испытания грунтов на сдвиг производились в приборах конструкции АСИС на образцах при естественной влажности методом консолидированного-дренированного сдвига и неконсолидированного сдвига (при показателе текучести Il ≥ 0,5). В процессе опыта определялась влажность грунтов до и после сдвига. По результатам опыта составлялся паспорт грунта с построением графика Кулона, расчетом удельного сцепления и угла внутреннего трения в соответствии с ГОСТ 12248–2010.

3.2.5. Камеральные работы

Камеральные работы производятся в 2 этапа – предварительный и окончательный. Предварительные камеральные работы выполняются в полевых условиях и заключаются в текущей обработке полевых гидрологической рекогносцировки, буровых и опытных работ (оформление журналов, составление каталогов скважин).

Окончательные камеральные работы заключаются в обработке полевых и лабораторных материалов, построении карт фактического материала, инженерно-геологических колонок и разрезов, составлении отчета по изысканиям.

4. Производственная и экологическая безопасность при проведении инженерно - геологических работ

4.1. Производственная безопасность

Первая причина всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, возможности его прямого или опосредованного действия на организм, характера реагирования организма в зависимости от интенсивности и длительности воздействия (экспозиции) данного фактора. Производственные факторы являются частным случаем факторов окружающей человека среды обитания и человеческой деятельности, связанных и (или) порождаемых производственной и трудовой деятельностью.

Характер и результаты воздействия производственного фактора на жизнь и здоровье занятого трудом человека в каждом случае конкретны и многовариантны, а в ряде случаев и уникальны, и зависят от взаимодействия множества условий и обстоятельств. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [83] п.5 выделяются следующие группы опасных и вредных производственных факторов, обладающих свойствами физического воздействия на организм человека (табл. 4.1):

Полевые работы

Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе

Полевые работы должны быть проведены летом, поэтому для предотвращения перегрева человека на открытом воздухе на площадке, где проводятся работы, предусматривается сооружение навеса. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, из тканей светлых тонов.

Таблица 4.1 – Возможные вредные и возможные опасные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015 [13])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) проведение опытно-фильтрационных работ;	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума;	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов 3. Электрический ток.	ГОСТ 12.1.003-2014 [15] ГОСТ 12.1.012-2004 [16] ГОСТ 12.2.003-91 [17] ГОСТ 12.4.125 -83 [18] ГОСТ 12.4.011-89 [19] ГОСТ 12.1.019-2009 [20] ГОСТ 12.1.030-81 [21] СН 2.2.4/2.1.8.556-96 [22] СанПиН 2.2.4.548-96 [23]
Лабораторные и камеральные работы: 1. Проведение численного моделирования для подсчета запасов подземных вод с использованием ЭВМ 2. Написание отчета с использованием ЭВМ	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 2. Отклонение показателей микроклимата в помещении 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений	1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.007-76 [24] ГОСТ 12.1.019-2009 [20] ГОСТ 12.4.125 -83[18] ГОСТ 12.4.011-89[19] ГОСТ 12.1.005-88 [25] ГОСТ 12.1.004-91 [26] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [27] СП 52.13330.2010 [28] СанПиН 2.2.4.548-96 [23] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] СНиП 2.04.05-91 [30] ПУЭ [31]

Превышение уровней шума

Шум может создаваться преобразователями напряжения. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются по ГОСТ 12.1.003-2014 [75].

Основные мероприятия по борьбе с шумом следующие: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов, экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и т.д).

Лабораторные и камеральные работы

Недостаточная освещенность рабочей зоны

По источнику излучения светового потока различают естественное, искусственное и совместное освещение.

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным.

При работе с ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причем светопроемы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранизирующие устройства, снабженные светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной пленкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и в светлое время суток.

Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света. Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток днем при недостаточном освещении. Коэффициент пульсации в помещении при работе с ЭВМ не должен превышать 10 %, освещенность должна быть не меньше 300 лк.

При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,5 %. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормированный) показатель освещенности – это СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [100] и СП 52.13330.2010 [101.].

Нормы освещенности зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем.

Согласно специализированной оценке условий труда показатели освещенности соответствуют допустимым нормам.

Микроклимат в помещении

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [73.], СанПиН 2.2.4.548-96 [85]. Отопление и вентиляция помещений проектируются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91 [99].

Интенсивность теплового излучения работающих на ЭВМ нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м2 при облучении 50 % поверхности человека и более согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [85] теплый период года температура рабочих мест должна быть в пределах 18-24 ˚С.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [85]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами вентиляции воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

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

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

Согласно специализированной оценке условий труда показатели микроклимата в помещении при работе с ЭВМ соответствуют допустимым нормам.

Электромагнитное излучение

Уровни допустимого облучения определены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [86]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности электрического Е и магнитного Н поля.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ представлены в таблице

Таблица 4.2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ [86]

Наименование параметров	Диапазон частот	ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГЦ	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц 2 кГц – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Напряженность электростатического поля		15кВ/м

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

Организация безопасной работы на ПЭВМ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [86].

К организации и оборудованию ПЭВМ предъявляют следующие требования:

- рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;
- окна в помещении должны быть оборудованы жалюзи или занавесками;
- расстояние между рабочими столами и видеомониторами должно быть не менее 2-х метров, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 метров;

- монитор должен находиться на расстоянии 60-70 см, на 20 градусов ниже уровня глаз.

Согласно специализированной оценке условий труда уровни ЭМП в помещении при работе с ЭВМ соответствуют допустимым нормам.

Полевые работы

Поражение электрическим током

Возможным опасным фактором в полевых условиях является использование электрооборудования в сырую погоду и особенно в грозовую погоду. Защитой от прямых ударов молний служат молниеотводы. Во время грозы запрещается производить работы, а также находиться ближе 10 м от заземляющих устройств (ГОСТ 12.1.019-2009 [77]).

Причины поражения электрическим током:

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

Металлические части электроприборов, доступные для прикосновения человека, подлежат защитному занулению или заземлению. Согласно ПУЭ [90] все токоведущие части должны быть заизолированы, или размещены на недоступной высоте.

Во избежание электротравм предусмотрены следующие мероприятия:

Ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплексность диэлектрических защитных средств;

Работа генератора и других источников электрического тока должна производиться под непосредственным наблюдением обслуживающего персонала или при надлежащих мер предосторожности (охрана, ограждения и т.д.);

Все технологические операции, выполняемые на приемных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи;

В качестве предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током используются плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения они делятся на предупреждающие, предписывающие, указательные, запрещающие.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов. При работе в полевых условиях используются движущие механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки.

Все опасные зоны оборудуются ограждениями. Вывешиваются инструкции и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а также используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт.

Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с инструментами. Инструмент должен содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документацией. Ручной инструмент должен находиться в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах, сумках согласно ГОСТ 12.2.003-91 [67].

Лабораторные и камеральные работы

Поражение электрическим током

Источником электрического тока в помещении при работе с ЭВМ может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токоведущие части электроприборов должны быть заизолированы или закрыты кожухом.

Правила работы с электроприборами нормированы ГОСТ 12.1.019-2009 [77].

Помещение компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [34], относится к помещению без повышенной опасности поражения людей электрическим током, которое характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

Причинами поражения электрическим током могут быть:

Случайное прикосновение;

Появление напряжения на корпусе электрооборудования;

Появление напряжения на отключенных токоведущих частях.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Нормативный документ ГОСТ 12.1.019-2009 [77].

Все инженерно-технические работники до выезда на проведение полевых работ обязаны пройти инструктаж по технике безопасности.

При выполнении работ группой работников из их числа назначается старший - руководитель полевых работ, на которого возлагается ответственность за безопасное производство работ. Ответственным лицом за проведение безопасных способов работы и соблюдение правил противопожарной безопасности на буровой установке является буровой мастер (машинист буровой установки).

Полевое подразделение должно быть обеспечено аптечками с набором медикаментов и средств оказания доврачебной помощи, исправными транспортными средствами, инструментом, оборудованием, имуществом.

На полевых работах должен соблюдаться установленный распорядок рабочего дня, предусматривающий перерывы для отдыха и приёма пищи.

Организация рабочих мест на площадке проведения буровых работ должна обеспечивать безопасность выполнения работ.

Запрещается производить инженерно-геологические работы под проводами линии электропередач.

При необходимости производства инженерно-геологических работ ближе 15 м от крайнего провода линии электропередач должен быть выдан наряд-допуск, определяющий условия этих работ при наличии разрешения организации, эксплуатирующей эту линию. В исключительных случаях, при невозможности снятия напряжения с воздушной линии, допускается работа буровых установок и других механизмов в охранной зоне линии при условии, что расстояние от подъёмной или выдвижной части буровой установки, или механизма при любом её положении до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода находящейся под напряжением воздушной линии электропередачи должно быть не менее 3,0 м.

Все работники полевого подразделения должны быть бесплатно обеспечены специальной одеждой, специальной обувью и средствами индивидуальной защиты (сигнальные жилеты, каски, накомарники, полога, мази, гели и карандаши для защиты от кровососущих, брезентовые рукавицы и перчатки и др.) для теплого и холодного периодов года.

Работники не должны допускаться к работе в неисправной, не отремонтированной, загрязненной специальной одежде и без специальной обуви, а также с неисправными средствами индивидуальной защиты. Работники должны своевременно ставить в известность работодателя о необходимости химчистки, стирки, сушки, ремонта специальной одежды, специальной обуви и средств индивидуальной защиты

4.2. Пожарная и взрывная безопасность

Причинами возникновения пожаров в лабораторных условиях могут быть: неосторожное обращение с огнем; неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной и взрывоопасной опасности относятся к категории В (производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, согласно НПБ 105-03.

При проведении лабораторных и камеральных работ в помещениях предусмотрена эффективная система пожаротушения. В начальной стадии пожаротушения эффективно использование внутренних пожарных кранов и огнетушителей.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на этаже здания лаборатории и камеральной группы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [91].

Пожарный щит необходим для неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады.

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность частичной либо полной ликвидации огня. В рабочем помещении в качестве первичных средств пожаротушения используют ОУ-2 огнетушители.

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в организации, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное состояние средств пожаротушения несет начальник экспедиции, и его заместитель по хозяйственной части.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей.

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

Как правило, пожары и взрывы неразделимы. Иногда взрывы являются причинами пожара и, наоборот, во время пожара возможны взрывы.

Действия в результате возникших ЧС:

Оповещение людей о пожаре, которое осуществляется с помощью подачи звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания одновременную с постоянным или временным пребыванием людей. Число пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать необходимую слышимость во всех местах постоянного или временного пребывания людей. Пожарные оповещатели не должны иметь регуляторы громкости и должны подключаться к сети без разъемных устройств.

На объекте с массовым пребыванием людей разрабатывают планы эвакуации людей на случай возникновения пожара. Планы эвакуации в первую очередь предназначены для обслуживающего персонала, который должен организовать движение людей из опасной зоны к безопасным выходам.

Каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения обязан:

– Немедленно сообщить об этом по телефону 101 в единую службу спасения (сообщить адрес объекта, место возникновения пожара и свою фамилию);

– Принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Собственники имущества; лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители и должностные

лица, в установленном порядке назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности, прибывшие к месту пожара имеют свои обязанности.

По прибытию пожарного подразделения, руководитель предприятия (или лицо, его заменяющее) обязан проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количества и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждения его развития.

4.3 Экологическая безопасность

Согласно ст. 11 «Права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды» Федерального закона Российской Федерации от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду; на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера; на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

Воздействие на гидросферу. Загрязнение поверхностных и подземных вод – это снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ. Вред гидросфере, атмосфере и литосфере при проведении работ не установлен, так как извлекаемые подземные воды извлекаются в малых количествах и сбрасываются в канализацию.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях и меры борьбы

Опасные гидрологические процессы Наводнение – затопление водой значительных территорий (местности) в результате подъема уровня воды в реке, водохранилище, озере или море, вызванное обильным притоком воды в период снеготаяния или ливней, ветровых нагонов воды, при заторах, зажорах и других явлениях. Наводнение может быть опасным природным явлением (источником ЧС), если приводит к гибели людей, животных, материальному ущербу.

В зависимости от причин возникновения наводнения подразделяются на шесть основных типов: половодья, паводки, заторы, зажоры, ветровые нагоны, наводнения при прорывах плотин.

Половодье – периодически повторяющийся относительно продолжительный подъем уровня воды в реках, вызываемый обычно весенним таянием снега на равнинах или дождевыми осадками, а также весенне-летним таянием снега в горах; его следствием является затопление низких участков местности.

Паводок – интенсивный периодический, сравнительно кратковременный подъем уровня воды в реке, вызываемый обильными дождями, ливнями, иногда быстрым таянием снега при зимних оттепелях.

Затор – нагромождение льдин во время весеннего ледохода в сужениях и излучинах русла реки, стесняющее живое течение и вызывающее подъем уровня воды в месте скопления льда и некоторых участках выше него.

Зажор – скопление рыхлого ледового материала (шуги, мелкобитого льда) во время ледостава (в начале зимы) в сужениях и излучинах русла реки, вызывающее подъем уровня воды на некоторых участках выше него.

Ветровой нагон – подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность, случающийся обычно в морских устьях крупных рек, а также на наветренном берегу больших озер, водохранилищ и морей.

Наводнения при прорывах плотин – это интенсивный, обычно значительный подъем уровня воды в реке (водотоке), вызванный прорывом

плотины, дамбы, или естественной природной преграды в горных районах при оползнях, обвалах горных пород, движении ледников и других экстремальных явлениях. Основным поражающим фактором наводнений является поток воды, характеризующийся высокими уровнями, а при прорывах плотин и паводках – также значительными скоростями течения (волна прорыва). Дополнительным поражающим фактором при заторах являются навалы больших масс льда и их давление на береговые сооружения.

Цунами – морские длинные волны, возникающие главным образом в результате вертикального сдвига протяженных участков морского дна. Волны цунами характеризуются большой разрушительной силой. Цунами является опасным природным явлением (источником ЧС), если в зоне его действия находятся населенные пункты, хозяйственные объекты, сельскохозяйственные угодья и транспортные коммуникации. В зависимости от причин возникновения различаются цунами, порождаемые прибрежными землетрясениями, моретрясениями, крупными извержениями вулканов и оползнями на морском дне. Периодичность цунами определяется цикличностью моретрясений и землетрясений. Основным поражающим фактором цунами является волна (серия волн) значительной высоты и большой скорости движения.

Масштабы ЧС при цунами зависят от разрушительной силы волн, площади затопления и степени обжитости (хозяйственной освоенности) территорий, подвергшихся воздействию волн. Сила и степень воздействия цунами определяются балльностью: 1 балл – очень слабое цунами (волна отмечается лишь специальными приборами); 2 балла – слабое цунами (может быть затоплено морское побережье); 3 балла – среднее цунами (плоское побережье затоплено, легкие суда могут быть вынесены на берег, портовые сооружения получили повреждения; 4 балла – сильное цунами (побережье затоплено, прибрежные постройки повреждены, крупные парусные и небольшие моторные суда выброшены на сушу и затем снова смыты в море, берега сильно засорены обломками и мусором; возможны человеческие

жертвы); 5 баллов – очень сильное цунами (прибрежные территории затоплены, постройки на них разрушены, волноломы и молы сильно повреждены, прибрежные постройки разрушены, крупные суда выброшены на берег; возможны значительные человеческие жертвы).

Вторичные поражающие факторы при цунами такие же, как и при наводнениях. Влияние опасных гидрологических процессов на жизнедеятельность По повторяемости, размерам (масштабам) и наносимому суммарному ущербу наводнения делятся на четыре группы – низкие, высокие, выдающиеся и катастрофические. Низкие (малые) наводнения наблюдаются в основном на равнинных реках и имеют повторяемость примерно один раз в 5–10 лет; при их возникновении затопляются сельскохозяйственные угодья, расположенных в поймах. Эти наводнения наносят сравнительно небольшой материальный ущерб и почти не нарушают ритма жизни населения. Высокие наводнения сопровождаются значительным затоплением территорий и охватывают большие земельные участки речных долин и низин. Они существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения, вызывают необходимость частичной эвакуации людей и животных, наносят ощутимый материальный ущерб.

Выдающиеся наводнения охватывают целые речные бассейны, парализуют хозяйственную деятельность и нарушают бытовой уклад населения на больших территориях, наносят большой материальный ущерб. Они обычно приводят к необходимости массовой эвакуации населения и материальных средств из зоны затопления и проведения специальных мер по защите наиболее важных хозяйственных объектов. При катастрофических наводнениях затапливаются значительные территории в пределах одной или нескольких речных систем. В зоне затопления полностью парализуется хозяйственная и производственная деятельность населения. Такие наводнения приводят к гибели людей и огромным материальным потерям. При наводнениях возможно возникновение вторичных поражающих факторов: пожаров (вследствие замыканий в электросетях); оползней и обвалов от размыва грунта, обрушения

зданий и сооружений под воздействием водного потока и подмыва их оснований; заражения природной среды вредными (ядовитыми) веществами при распространении их в зоны затопления на хозяйственные объекты, содержащие эти вещества или компоненты, которые при соединении с водой представляют опасность для людей, животных и растительного мира.

Наводнения можно прогнозировать: установить время, характер, ожидаемые его размеры и своевременно организовать предупредительные меры, значительно снижающие ущерб, создать благоприятные условия для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ. О прогнозируемом затоплении население оповещается заранее. В сообщении об угрозе наводнения даются гидрометеоданные, указывается порядок действий населения и порядок эвакуации.

Перед эвакуацией необходимо отключить газ, воду, электричество, потушить горящие печи, перенести на верхние этажи зданий (чердаки) ценные вещи и предметы, закрыть окна и двери первых этажей и обить их досками. При получении предупреждения об эвакуации необходимо собрать необходимые документы, деньги и ценности, медицинскую аптечку, комплект одежды по сезону, запас продуктов на несколько дней и прибыть на сборный пункт отправки в безопасный район.

При внезапном наводнении необходимо: как можно быстрее занять ближайшее возвышенное место и быть готовым к эвакуации по воде плавсредствами или пешим порядком вброд; не терять самообладание, не поддаваться панике, принять меры, позволяющие спасателям обнаружить людей (в светлое время это достигается вывешиванием на высоком месте белого или цветного полотнища, а в ночное – подачей световых сигналов); до прибытия помощи оставаться на верхних этажах, крышах, деревьях и других возвышающихся местах. Для самоэвакуации можно использовать лодки, катера, плоты из бревен и других подручных средств.

После спада воды следует остерегаться порванных и провисших проводов, категорически запрещается использовать продукты питания,

попавшие в воду и употреблять воду без санитарной проверки. Перед входом в жилище после наводнения необходимо соблюдать меры предосторожности: предварительно открыть окна и двери для проветривания, не включать освещение и электроприборы до проверки исправности электрических сетей, не пользоваться открытым огнем.

Основное направление борьбы с наводнениями состоит в уменьшении максимального расхода воды в реках, путем перераспределения стока воды во времени с помощью водохранилищ, строительства дамб и отвода воды в русла других рек и водохранилища.

5. Производственно-техническая часть

5.1 Техническое задание на производство инженерных изысканий

Техническое задание на выполнение инженерных изысканий (далее - задание) составляется и утверждается заказчиком согласно СП 47.1330.2012. Задание обеспечивает соблюдение требований к безопасности объектов капитального строительства, установленных законодательством о градостроительной деятельности (табл 5.1). Задание согласовано с Исполнителем работ.

Проектируется строительство жилого комплекса со встроенно-пристроенными подземными стоянками автомобилей, помещениями общественного назначения.

Таблица 5.1 Техническое задание

1. Полное наименование объекта	«Жилой комплекса со встроенно-пристроенными подземными стоянками автомобилей, помещениями общественного назначения по адресу пр. Комсомольский 48 в г. Томске
2. Вид строительства (новое, реконструкция, расширение, техническое перевооружение, консервация, ликвидация)	Новое строительство
3. Цели и виды инженерных изысканий	Инженерно-геологические изыскания для: - расчетов фундаментов; - расчета конструкций здания - инженерной защиты здания Выполнения земляных работ
4. Основание на производство инженерных изысканий (утвержденное задание на проектирование, программа, поручение, протокол, распоряжение)	Задание на проектирование
5. Сведения о стадийности (этапе работ), сроках проектирования и строительства	Стадия «П» - проектирование Стадия «Р» - рабочая документация
6. Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях, исследованиях, о наблюдавшихся в районе исследования деформациях	-.
7. Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять инженерные изыскания.	Выполнить в соответствии с Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений (части1,7 статьи 6), СНиП 11-02-96, СНиП 11-105-97, СП 47.13330.2012, СП22.13330.2011 к СНиП 2.02.01 – 83*, СП 14.13330.2014 к СНиП II-7-81*, СП 24.13330.2011 к СНиП 2.02.03-85, СНиП 22-02-2003, СП 50-102-2003, СП 50-101-2004, ГОСТ20522-2012, ГОСТ 12248-2010, ГОСТ23161-2012, ГОСТ25100-2011, ГОСТ12536-79, ГОСТ 19912 – 2012
8. Требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности необходимых данных и характеристик	Физико-механические характеристики грунтов провести при доверительной вероятности, а=0,85-0,95

при инженерных изысканиях для строительства	
9. Требования к отчетной документации (состав, оформление, вид носителя, количество экземпляров, адреса рассылки) и срокам представления изыскательской продукции заказчику	Состав и содержание технического отчета регламентируется п.п. 6.24-6.26 СНиП 11-02-96[57] и СП 11-105-97 ч. 1[63]. Форма предоставления отчетных материалов оговаривается в договорной документации
Требования к составлению и содержанию прогноза изменений природных и техногенных прогнозов:	В соответствии с техническим регламентом о СП 47.13330.2012, СНиП 20-01-95, СП11-105-97, СП 47.13330.2012, СНиП 22-02-2003,СНиП 2.06.15-85, СП 11-105-97, СП 50-102-2003
Сведения о необходимости выполнения исследований в процессе инженерных изысканий:	Лабораторные исследования образов грунта с целью определения физико-механических характеристик, исследование грунтовых вод
Требования к оценке опасности и риска от природных и техногенных процессов:	В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 47.13330.2012, СП11-105-97, срок по договору
Характеристика проектируемых зданий и сооружений	
- вид назначение здания и сооружения	Жилые здания Предварительная абсолютная отметка пола первого этажа 118,7 м. Подземные 2-х этажные стоянки автомобилей. Предварительная абсолютная отметка дна котлована 110,5 м
- конструктивные особенности	Здание монолитное жеезобетонное
- габариты: длина, ширина, высота	Предварительная посадка по схеме ГП. Высота до 75 м
- этажность	До 23 включительно этажей
- намечаемый тип фундамента	Фундамент на свайном основании из забивных железобетонных свай
- нагрузка на фундамент	Расчетная нагрузка на сваю сечением 30×30 см – до 60 т, на сваю сечением 35х35 см – до 140 т
- предполагаемая глубина заложения фундаментов или погружения свай, м	Оптимальную глубину заложения свай определить в ходе проведения изыскательских работ
- уровень ответственности зданий по ГОСТ 27751	II

5.2 Виды и объемы проектируемых работ

Таблица 5.2 – Сводная таблица видов и объемов работ

№ п/п	Вид работ	Единица измерения	Объем
1	Топогеодезические работы	точка	3
2	Буровые работы	скв.	3
3	Опробование	проба	40
4	Лабораторные работы • определение природной влажности • определение показателя текучести • определение показателя раскатывания • определение плотности грунта • определение прочностных свойств грунта • определение деформационных свойств грунта	опред.	 20 20 40 20 12
5	Камеральные работы	отчет	

Виды и объёмы работ представлены в таблице 5.3

Таблица 5.3 Сводная таблица состава и объёма проектируемых работ

Вид работ	Единица измерения	Объем работ	Примечание
Рекогносцировка и топогеодезические работы	точка	3	ССН вып. 1, часть 1, табл. 38; ССН-93 вып.9, табл. 24
Буровые работы: III категория	п.м	110	ЕНВиР II часть
Гидрогеологические наблюдения	М	110	ЕНВиР II часть
Отбор образцов: - в нарушенном состоянии - в ненарушенном состоянии - отбор проб воды	шт.	20 20 3	ЕНВиР II часть
Лабораторные работы: Определение физических свойств: - природной влажности - влажность на границе раскатывания - влажность на границе текучести - плотность - плотность частиц грунта	Опыт	20 20 20 20 20	ЕНВиР II часть
Определение механических свойств: - модуль деформации - сцепление, угол внутр. трения	опыт	20 20	ЕНВиР II часть
Анализы по определению: - химический состав воды - агрессивных свойств воды	опыт опыт	3 3	ЕНВиР II часть
Камеральные работы	Отчет	1	ЕНВиР II часть

5.3 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с ЕНВиР [102] и ССН [103].

Таблица 5.4 – Затраты времени на топогеодезические работы

№ п.п	Виды работ	Ед. изм.	Объём работ	Нормы времени	Источник нормы	Затраты времени на объем
1	Планово-высотная привязка	точка	3	0,11	ССН-93 вып.9, табл. 6	0,33
					Итого	0,33

Таблица 5.5 – Затраты труда на топогеодезические работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Начальник	ССН-93 вып.9, табл. 51	0,3	0,9
Техник геодезист I категории		0,11	0,33
Итого:			1,23

Таблица 5.6 – Затраты времени на буровые работы

Виды работ	Объем		Норма времени (станко-смена/м)	Сборник сметныхн орм	Итого времени на объем
	Ед. изм.	Кол - во			
Бурение скважин диаметром 151 мм : - в грунтах III категории	п.м.	75	0,06 (К=1,2)	ССН вып.5, табл. 5 (ЕНВиР-И)	5,4
Монтаж, демонтаж и перемещение буровых установок медленновращательного бурения (на 1 км)	скв	3	0,65	ССН вып.5, табл.104	5,4
Отбор образцов	образцы	40	0,37	ССН вып.5	19,56
Итого на весь процесс бурения					7,35
На отбор образцов					19,56

Таблица 5.7 – Затраты труда на буровые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем(чел.-дн.)
Инженер по буровым работам	ССН-93 вып.5, табл. 14	0,05	1,5
Инженер-механик		0,10	3

Таблица 5.8 – Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровых установок

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
ИТР	ССН-93 вып.5, табл. 103	1,95	58,5
Рабочие		0,33	9,9
		Итого:	68,4

Таблица 5.9 –Затраты времени на опробование

Виды работ	Объем работ	Источник нормы	Норма времени	Итого времени на объем (бр-см)
Отбор проб ненарушенного сложения	5	ЕНВиР-И-83 ч2 № нормы 367	0,528	2,64
Отбор проб нарушенного сложения	6	ССН 93 вып.1 ч.5. табл.101	0,1643	3,61
			Итого	13,11

Таблица 5.10 – Затраты труда на полевые работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Бурильщик 4 разряда	ССН-93 вып.1, ч.5 табл.474	1	20,23
Помощник бурильщика		1	20,23
Техник II категории		0,5	10,12
Геолог II категории		0,05	1,012
		Итого:	51,6

Таблица 5.11 – Затраты времени на лабораторные и камеральные работы

Виды работ	Кол-во	Норма времени	Обоснован по ЕНВиР	Итого времени на объем
- определение природной влажности	40	0,126 час	н.1622	5,04 час
- определение плотности	20	0,296 час	н.1626	11,84 час
- определение границ текучести и раскатывания	40	0,954 час	н.1631	76,32 час
- определение сцепления и угла внутреннего трения	12	2 час	н.1637	48 час
- определение модуля деформации	12	1,13 час	н.1645	13,56 час
камеральные работы, отчет	1	6 смен		48 час
			Итого	211,72

Таблица 5.12 – Затраты труда на лабораторные работы

Наименование должности	Источник нормы	Норма на ед. работ	Затраты труда на весь объем (чел.-дн.)
Инженер-лаборант	ССН-93 вып.7, табл.7.2	0,08	16,94
Техник лаборант		0,08	16,94
		Итого:	33,88

5.4 Расчет производительности труда, количества бригад, продолжительности выполнения отдельных работ

Для расчета производительности труда использована формула:

$$П = \frac{Q}{П_{мес}} \qquad (5.1).$$

где: $П_{мес}$ – производительность труда в месяц;

Q– объем работ;

$N_{общ}$–затраты времени на работы;

25,4 – количество смен в месяц при работе бригады в 1 смену.

Для расчета времени, необходимого на работы, используется формула:

$$T_{пл} = \frac{Q}{П_{мес}} n_{пл} \qquad (5.2)$$

где: Тпл – плановое время на этот вид работ при их выполнении одной бригадой;

Q– объем работ;

Пмес – производительность труда в месяц;

ппл– коэффициент загруженности бригад.

Расчёт количества бригад производят по формуле:

$$n = \frac{Q}{П_{мес} \times Т} \qquad (5.3)$$

где: n – количество бригад (отрядов);

Q – объем работ;

Пмес – производительность труда за месяц;

Т =0,3 – месяца – условное время выполнения работы, месяцы

Буровые работы

Пмес = 75/4,11*25,4 = 463,5 м/мес.

Тпл = 75/185,4*1 = 0,58 мес.

n = 75/(185,4*3) = 0,05 = 1 бригада

Опробование

Пмес = 40/13,11*25,4 = 77,5обр/мес.

Тпл = 40/77,5 *1 = 0,52 мес.

n = 40/(77,5*3) = 0,17 = 1 бригада

Итого на полевые работы требуется 33 дней

Лабораторные работы

$$n = \frac{Q}{N_{общ}} \times 8 \times 25{,}4 \qquad (5.4)$$

где: $П_{мес}$ – производительность труда в месяц;

Q– объем работ;

$N_{общ}$ – затраты времени на работы;

25,4 – количество смен в месяц при работе бригады в 1 смену

8 – число часов работы в смене

– <u>определение природной влажности</u>

$П_{мес}$ = 40/5,04*8*25,4 = 1612,69 опр./мес.

$Т_{пл}$ = 40 /1612,69*1 = 0,02 мес.

n = 40/(1612,69*3) = 0,008 = 1 бригада

– <u>определение плотности</u>

$П_{мес}$ = 40/11,84*8*25,4 = 686,49 опр./мес.

$Т_{пл}$ = 40 /686,49*1 = 0,06 мес.

n = 40/(686,49*3) = 0,02 = 1 бригада

– <u>определение границ текучести и раскатывания</u>

$П_{мес}$ = 80/76,32*8*25,4 = 212,99 опр./мес.

$Т_{пл}$ = 80 /212,99*1 = 0,38 мес.

n = 80/(212,99*3) = 0,13 = 1 бригада

– <u>определение сцепления и угла внутреннего трения</u>

$П_{мес}$ = 24/48*8*25,4 = 101,6 опр./мес.

$Т_{пл}$ = 24 /101,6*1 = 0,24 мес.

n = 24/(101,6*3) = 0,08 = 1 бригада

– <u>определение модуля деформации</u>

$П_{мес}$ = 12/13,56*8*25,4 = 174,82 опр./мес.

$Т_{пл}$ = 12 /174,82*1 = 0,07 мес.

n = 12/(174,82*3) = 0,02 = 1 бригада

Итого на лабораторные работы требуется 23 дня.

5.5 Поэтапный план

Поэтапный план составляется для того, чтобы уже на стадии планирования организаторы и инвесторы знали, какие виды работ будут выполняться в той или иной период времени и какими результатами они завершатся.

Таблица 5.13 – Поэтапный план работ

Количество рабочих дней	Виды работ (период)	Результат
10	Проектно-сметный	Определенный объем и содержание строительных работ, рассчитана смета
2	Подготовительный	Обеспечение проектно-сметной документацией выбор площадки строительства
2	Организационный	Составление календарного плана, распределение работ между сотрудниками
58	Полевые работы (буровые, опробование)	Уточнение, расчленение разреза, отбор образцов грунтов для определения их ФМС
23	Лабораторные	Определение ФМС грунтов, выделение ИГЭ, прогноз изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства
6	Камеральные	Окончательные расчеты здания и строительных работ, составления рабочей документации.

5.6 Календарный план

Календарный план проектируемых работ составляется для определения продолжительности выполнения всего проектируемого комплекса работ;

– для определения взаимосвязи последовательности выполнения работ;

– для оптимизации использования времени;

– для сокращения затрат времени в целом по проекту и т.д.

В таблице календарного плана содержатся следующие графы:

1. Виды работ.
2. Исходная информация (объем, количество методов);
3. Сроки, планируемые для выполнения работ по проекту.

Таблица 5.14 – Таблица Календарный план

Наименование работ	Скв	Объем, м	Кол-во методов	2020			
				1.07-30.07	1.08-31.08	1.09-31.09	1.09-9.09
Проектно-сметный	3	30	2				
Подготовительный							
Организационный							
Полевые работы							
Лабораторные работы							
Камеральные работы							

5.7 Расчет сметной стоимости

Таблица 5.15 –Сметная стоимость

№п /п	Наименование видов работ	Обоснование цен	Един. сметная стоимость, руб	Расчет стоимости	Стоимость руб
Топогеодезические работы: СБЦ – 1999 г					
1	Плановая и высотная привязки выработок при расстоянии между ними до 50 м, I категория сложности	Табл.93	6,2	3×6,2	19
Полевые работы: СБЦ – 1999г					
2	Медленновращательное бурение 3 скважин диаметром 108 мм, глубиной 35 м, - в грунтах III кат.	Табл.17 К =0,9 (Прим. к табл.17)	72,7	72,7×75×0,9	4907
3	Отбор монолитов из скважин в интервале 1,2-6,5 м (5 шт)	Табл.57	22,9	5×22,9	114
Лабораторные работы: СБЦ – 1999г					
4	Влажность (40 опр.)	Табл.62	4	4×40	160
5	Плотность грунта методом режущего кольца (20 опр.)	Табл.62	4,5	4,5×20	90
6	Консистенция при нарушенной структуре (20 опр.)	Табл.63	18,2	20×18,2	364
7	Консистенция при ненарушенной структуре (20 опр.)	Табл.63	20,2	20×20,2	404
8	Сокращенный комплекс физико-механических свойств грунта при компрессионных испытаниях по одной ветви с нагрузкой до 0,6 МПа (12 опр.)	Табл.63	101,9	101,9×12	1223
9	Комплекс физико-механических свойств грунта с определением прочности и деформируемости длительным испытанием на одноосное сжатие с нагрузкой до 0,6 МПа	Табл.63	544,8	544,8×12	6538
Итого стоимость лабораторных работ					8689
Камеральные работы: СБЦ – 1999г					
10	Камеральная обработка материалов буровых работ I категории сложности,75 п.м.	Табл.82	7	7×75	525
11	Камеральная обработка полевого испытания грунтов с последующей корректировкой разреза по данным лабораторных работ	Табл. 83	29,7	29,7×75	2227

№ п/п	Наименование видов работ	Обоснование цен	Един. сметная стоимость, руб	Расчет стоимости	Стоимость руб
14	Камеральная обработка лабораторных исследований глинистых грунтов	Табл.86	20%	20% от 8689	1737
15	Составление отчета, I категория сложности	Табл.87		21%	972
				Итого стоимость камеральных работ	5461
				Итого стоимость работ	**19490**
			Сопутствующие расходы		
Накладные расходы			20 % от 19490		3898
Плановые расходы			8 % от 23388		1871
Компенсируемые расходы			2,6 % от 25259		656
Резерв			3 % от 25915		777
				Итого стоимость работ:	27142
				Итого сметная стоимость работ с учетом районного коэффициента К-1,15	**31213**
				Итого стоимость работ с учетом инфляционного коэффициента = 42,91	**1339349**
				Без НДС	**-**
				Итого сметная стоимость работ	**1339349**

Заключение

В данной дипломном проекте были рассмотрены гидрогеологические условия центральной части г. Томска и составлен проект исследований для оценки условий подтопления строительной площадки по пр. Комсомольскому. Работы были выполнены с целью получения инженерно-геологической информации, необходимой и достаточной для решения задач проектирования и строительства. В данной работе был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ, на основе которых дана детальная характеристика природных условий изучаемой территории. Дана детальная характеристика инженерно-геологических и гидрологических условий участка работ.

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

Работы на исследуемом участке планируется выполнить в течение 2,8 месяца.

Стоимость комплекса инженерных изысканий согласно сметному расчету составит: 1339349 руб. (один миллион триста тридцать девять тысяч триста сорок девять рублей) без НДС.

Список используемой литературы

1. Актуализированные ГИС-пакеты оперативной геологической информации (ГИС-Атлас «Недра России») http://atlaspacket.vsegei.ru/#e500c0121d05b6d50
2. Афонин В.А., Юдин Г.Г. Отчет по работе Басандайской партии по теме 4-а за 1972 г. – Томск, 1972., Афонин В.А., Юдин Г.Г. Условия залегания подземных вод в районе шпало-пропиточного завода (отчет Ушайского гидрогеологического отряда по работам 1972-74 гг.). – Томск, 1972
3. Афонин В.А., Юдин Г.Г. Условия залегания подземных вод в районе шпало-пропиточного завода (отчет Ушайского гидрогеологического отряда по работам 1972-74 гг.). – Томск, 1972
4. Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований – М.: Недра,1986. – 333с
5. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические исследования - М.: Изд-во КДУ, 2007, - 418 с.
6. Бычкова А.С. Гидрогеологические условия и оценка эксплуатационных запасов подземных вод территории пос. Черемошники. – Томск, 1968.
7. Вертман Е.Г., Назаров А.Д. Изучение гидродинамического и гидрогеохимического режима родников. – Томск, 2004. – 201 с.
8. Винниченко Г.Л., Губенский А.И. Отчет тематической партии по теме № 4 за 1971-1972 гг., ОФ ТТГУ
9. Гудымович С.С. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с
10. Дутова Е.М., Наливайко Н.Г. Особенности химического и микробиологического состава подземных вод территории города Томска // Геология и разведка. Известия вузов. – М., 2011. – № 5. – С. 56–61
11. Егоров Б.А. Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г. Томска с целью

обоснования проведения картографирования масштаба 1:25000 / Б.А. Егоров и др. – Томск, 1997. – 87 с.

12. Емельянова Т.Я., Ипатов П.П. Экологическая инженерная геология: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 1995. 80с.
13. Золотарев ГС. Методика инженерно-геологических исследований. - М.: Изд- . во МГУ, 1990. -384 с.
14. Инженерные изыскания для проектирования тепловых электрических станций - ВСН.34 72.111-92. - М.: Минтопэнерго РФ, 1992. -121 с.
15. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000 (Роскомнедра). - М., 1995. - 244с
16. Инструкция по составлению унифицированных инженерно-геологических карт СЭВ. Комиссия по геологии, М.: 1967 – 30 с.
17. Каменский Г.Н. Основы динамики подземных вод. – М.-Л.: Геолразведиздат, 1933. – 279 с
18. Коноплянцев А.А. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории городов: методы изучения и прогноза изменений. – Академия наук СССР, 1989 – С. 116.].
19. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Методические указания по разработке раздела "производственная и экологическая безопасность при проведении геологоразведочных (в т.ч. инженерно-геологических) работ”. - Томск: ТПУ, 2001.
20. Кузеванов К.И. Исследование техногенных изменений гидрогеологических условий г. Томска: дис. … канд. геол.-минер. наук: 04.00.06 / Кузеванов Константин Иванович. – Томск, 1988. – 221 с. ил.
21. Куренной В.В., Пугач С.Л. Гидрогеологическое районирование территории Российской Федерации и подготовка схем гидрогеологической стратификации по гидрогеологическим структурам I и II порядка. М., 2004
22. Кучин М.И., Бейром С.Г., Крахмалова В.Ф. Инженерно-геологические условия строительства на территории г. Томска. – Фонды ЗСГУ, 1932

23. Кучин М.И. Объяснительная записка к сводной гидрогеологической карте листа 0-45. Томск, 1947.
24. «Легенда Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов государственной геологической карты РФ» Масштаб 1:200000 / Гл. ред. Бабушкин А.Е., составитель Кривенцов А.Р. – Томск, 2000. – 60с
25. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению гордых пород /Под ред. Сергеева ЕМ. Т.1 Полевые методы; Т.2 Лабораторные методы. - М.: Недра, 1984.-Т.1.-423 с; Т.2.-438 с.
26. Методическое руководство по инженерно-геологической съемке масштаба 1:200000. -М: Недра, 1978. - 391 с.
27. Методические рекомендации по оценке риска и ущерба при подтоплении территорий. Под редакцией Куранова Н.П. - М.: ЗАО "ДАР/ВОДГЕО", 2001. - 60 с
28. Методические рекомендации по проведению гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:50000 для целей промышленного и гражданского строительства. - М.: ВСЕГИНГЕО, 1984. - 103 с.
29. «Научно-прикладной справочник по климату СССР», серия 3 многолетние данные, части 1-6, выпуск 20
30. Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г. Томска с целью обоснования проведения картографирования м-ба 1:25000. Егоров Б.А. –Томск. ОАО «Томскнефтегазгеология»
31. Плевако Г.Л. «Прогнозная оценка ресурсов подземных вод и перспектив расширения и организации хозяйственно-питьевого водоснабжения Томского района в пределах Томь-Колыванской складчатой зоны»//. 2002. № 4.58 с.
32. Покровский Д.С. Геоэкологические условия водоснабжения населения юга Сибирского региона: дис. … докт. геол.-минер. наук / Д.С. Покровский; ТГАСУ – Томск, 2005. – 46 с.

33. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические условия и процессы подтопления территории г. Томска. – Новосибирск: Изд-во Наука СО, 1987
34. Правила устройства электроустановок. - 500 с
35. Рекомендации по производству инженерно-геологической съемки масштаба 1:50000-1:25000 для гидротехнического строительства. - М.: Гидропроект, 1982.
36. Рождественская Л.А., Крепша М.В., Покровский Д.С. Инженерно-геологические условия территории г.Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением – Томск: 1981. – 286с.
37. Саблин А.Ф. Поиски трещинных подземных вод в пределах западного склона Томь-Яйского междуречья (Отчет Ключевской партии по работам 1975-1980 гг.). Томск, 1980.
38. Скогорев А.И., Чудинов В.А. и др. АООТ «Томскнефтьгеология» филиал Томская геологоразведочная экспедиция масштаба 1:25000 г. Томска – Томск:1997. – 135с
39. Солодухин Н.А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства – М.: Недра,1985. – 189с
40. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин М.: Недра 1994 – 431 с.
41. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. ГОСТ 21.302-96. - М.: Минстрой России. - 38 с.
42. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

Нормативная литература

43. СП 131.13330.2012 строительная климатология.
44. СНиП 23-01-99 строительная климатология.
45. СНиП 2.01.07-85* нагрузка и воздействие.
46. СП 20.13330.2011 нагрузки и воздействия.

47. СП 11-103-97 инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.
48. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
49. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статической обработки результаты испытаний.
50. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
51. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
52. СНиП 22-01-95 Геофизика природных опасных воздействий.
53. СНиП 22-02-2003 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.
54. СНиП 2.02.0.1-83 Основания зданий и сооружений.
55. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.
56. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства.
57. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
58. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства.
59. СП 11-103-97 Инженерно - гидрометеорологические изыскания для строительства.
60. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор упаковка, транспортировка хранение образцов.
61. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований.
62. ГОСТ 5180–2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
63. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
64. ГОСТ 9.602-2001 Единая система зашиты от коррозии строения.
65. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда.
66. Опасные и вредные производственные факторы.
67. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ оборудование производственное.
68. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда.

69. ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда.
70. ГОСТ 12.4.011-89 76 Система стандартов безопасности труда.
71. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов.
72. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. - 64 с
73. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
74. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
75. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. - 24 с.
76. ГОСТ12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность.
77. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. -27 с
78. ГОСТ 23407-78 Ограждения Инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ.
79. ГОСТ 12.4.026-76 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
80. ГОСТ12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
81. ГОСТ12.1.006-84 82 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

82. ГОСТ Р 22.8.09-2014 Безопасность в чрезвычайных ситуациях Требования к расчету уровня безопасности, риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий;
83. ГОСТ 12.0.003-2015
84. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
85. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
86. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
87. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.
88. СН 2.2.4/2.1.8.556-96 производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданиях.
89. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 96 производственная вибрация, вибрация помещениях жилых и общественных зданиях.
90. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
91. ГОСТ 12.1.004-91 82 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность.
92. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывоопасность.
93. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
94. Пособие к СНиП II-9-78. Пособие по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства.
95. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения
96. СП 115.1330.2011. Геофизика опасных природных воздействий.
97. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. - М.: Госстрой России, 1997. - 47 с.

98. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. - М.: Госстрой России, 1997. - 41 с.
99. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование. – 71 с
100. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – 25 с.
101. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – 92 с
102. ЕНВиР «Сборник единичных сметных расценок и норм времени на инженерно-геологические изыскания» - М. 1983 -269 с.]
103. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН. М.1992 г