

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 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оценка физико-механических свойств специфических грунтов (г.Сарань, Карагандинской области, Казахстан)

УДК 624.131.43:69(574.31)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Висурханова Мьялхази Амхадовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко Виолетта Валентиновна	К.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна.	К.-Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.-Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженерные изыскания в строительстве	Савичев О.Г.	К.Г.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности
ОПК-3	готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования
ОПК-4	способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов
ОПК-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства
ОПК-6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию
ОПК-7	способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ
Профессиональные компетенции	
Проектно-изыскательская деятельность	
ПК-1	способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов
ПК-2	способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования
ПК-3	способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам
Научно-исследовательская деятельность	
ПК-6	способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности
ПК-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов
ПК-8	способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК-9	способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

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 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения _____ (осенний/весенний семестр 2021/2022 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Глава 1. Общая часть	...
	Глава 2. Специальная часть	...
	Глава 3. Социальная ответственность при проведении инженерно-геологических изысканий	
	Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко Виолетта Валентиновна	К.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Савичев О.Г.	К.Г.Н.		

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 20.04.02 Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Пасечник Е.Ю.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ01	Висурхановой Мьялхазы Амхадовне

Тема работы:

Оценка физико-механических свойств специфических грунтов (г.Сарань, Карагандинской области, Казахстан)
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду; энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Фактический фондовый материал изысканий организации ТОО «GeolProject» (Казахстан), опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной и научно-исследовательской работы автора.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка работ, включая рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы и оценка физико-механических свойств специфических грунтов изучаемой территории.</p> <p>В специальной части провести анализ фондовых данных, методов исследования специфических грунтов, лабораторные испытания, статистическая обработка результатов и их анализ.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Фрагмент геологической карты района работ. 2. Инженерно-геологические разрезы исследуемого участка</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Рыжакина Т.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин А.А.</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Болсуновская Л. М.</p>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
OVERVIEW OF METHODS FOR DETERMINING SOIL SWELLING

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко Виолетта Валентиновна	К.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Висурханова Мьялхази Амхадовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ01	Висурханова Мялхази Амхадовна

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	20.04.02. Природообустройство и водопользование

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Произведен предпроектный анализ. Определен целевой рынок и произведено его сегментирование. Выполнен FAST, SWOT – анализ проекта.</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Определены цели и ожидания, требований проекта. Определены заинтересованные стороны и их ожидания.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составлен календарный проекта. Определен бюджет ИР</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Произведена оценка экономической эффективности существующего и альтернативного проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица FAST
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
5. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	канд.экон.наук		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Висурханова Мялхази Амхадовна		01.03.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2ВМ01		Висурханова Мьялхази Амхадовна	
Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	20.04.02. Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

<i>Оценка физико-механических свойств специфических грунтов (г.Сарань, Карагандинской области, Казахстан)</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования – камеральные работы по сбору и обработке результатов исследований осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК). Область применения - Рабочая зона: <u>офис</u> Размеры помещения климатическая зона*) - 20*10 м. Количество и наименование оборудования рабочей зоны – один рабочий персональный компьютер (ПК)</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i></p> <p><i>*для работы в полевых условиях</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности <u>эксплуатации</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация 2. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности 3. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение 4. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности 5. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания 6. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
<p>2. Производственная безопасность <u>эксплуатации</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Вредные факторы в камеральный период:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение показателей микроклимата; 3. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки; 4. Превышение уровня шума; 5. Статическое электричество; 6. Электрический ток. <p>Опасные факторы в камеральный период на</p>

	<p>участке работ:</p> <p>1. Поражение электрическим током;</p> <p>2. Опасность возникновения пожаров.</p> <p>Расчет: расчет системы искусственного освещения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>В ходе работ не будет оказываться влияние на селитебную территорию.</p> <p>Воздействие на литосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нарушение целостности в результате бурения; - уничтожение почвенного слоя сельскохозяйственных угодий при бурении скважин; - загрязнение почвы нефтепродуктами; - загрязнение почвы производственными отходами и мусором; <p>Воздействие на гидросферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - загрязнение производственными водами при бурении; - нарушение целостности водоносных горизонтов при повреждении водоупоров буровыми работами, а также при проведении опытно-фильтрационных откачек; - попадание нефтепродуктов от технологического транспорта в водотоки; <p>Воздействие на атмосферу:</p> <p>выбросы в воздух от технологического транспорта;</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожары; - ЧС в связи с неправильной эксплуатацией технологического транспорта и оборудования; - ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ; <p>Природные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ЧС метеорологического характера (молния) - природные пожары. <p>Наиболее типичная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.-Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Група	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Висурханова Мьялхази Амхадовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 126 страниц, 32 рисунка, 32 таблицы, 42 источника и 3 приложения.

Ключевые слова: инженерная геология, инженерно-геологические условия, физико-механические свойства грунтов, специфические грунты г. Сарань, набухание грунта, статистический анализ, кластерный анализ.

Целью данной работы является оценка физико-механических свойств специфических грунтов (г. Сарань Карагандинской области, Казахстан).

Объектом исследования являются физико-механические свойства специфических грунтов г. Сарань, Казахстан. Изучение и оценка свойств данных грунтов и выявление взаимосвязей между характеристиками данных грунтов.

Проведен анализ и обобщение литературных сведений и фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных исследований.

Выявлена зависимость физико-механических свойств специфических грунтов, построены графики зависимости и определены регрессионные уравнения. Также проведен кластерный анализ.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2022, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2010.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	12
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	14
1.1 Физико-географические условия	14
1.2 Климатическая характеристика	16
1.2 Изученность инженерно-геологических условий.....	25
1.3 Геологическое строение района.....	28
1.4 Тектоника	31
1.5 Полезные ископаемые	34
1.6 Гидрогеологические условия.....	35
1.7 Общая инженерно-геологическая характеристика района.....	38
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА РАБОТ	43
2.1 Рельеф участка.....	43
2.2 Гидрогеологические условия.....	44
2.3 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка	46
2.4 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости	47
2.5 Методики определения характеристик грунтов.....	51
2.6 Физико-механические свойства грунтов	61
2.6.1 Характеристики физико-механических свойств Грунтов.....	61
2.6.2 Анализ результатов статистической обработки лабораторных исследований	65
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений	85
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	86
3.1 Предпроектный анализ	86
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	86
3.1.2 FAST - анализ.....	87
3.1.3 SWOT - анализ	88
3.2 Инициация проекта	91
3.2.1 Цели и задачи исследования	91
4.2.2 Структура работ в рамках научного исследования.....	92

3.2.3	Определение трудоёмкости выполнения работ	93
3.2.4	Разработка графика выполнения научного исследования	95
3.3	Бюджет исследования.....	96
3.3.1	Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты.....	96
3.3.2	Основная заработная плата	97
3.3.3	Дополнительная заработная плата научного персонала	99
3.3.4	Отчисления на социальные нужды.....	100
3.3.5	Накладные расходы	101
3.4	Реестр рисков проекта.....	103
3.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	103
3.5.1	Оценка абсолютной эффективности исследования	103
3.6	Оценка сравнительной эффективности исследования	109
	Выводы к разделу	111
4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	113
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	113
4.2	Производственная безопасность	115
4.3	Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	116
4.3.1	Отклонение показателей микроклимата помещения	116
4.3.2	Недостаточная освещенность рабочего места	117
4.3.3	Превышение уровня шума	120
4.3.4	Психофизиологические факторы.....	120
4.3.5	Статическое электричество.....	122
4.3.6	Электрический ток	122
4.4	Экологическая безопасность	124
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	124
	Выводы к разделу	127
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	131
	Приложение А	135

Введение

На сегодняшний день бурный рост строительства вызывает необходимость построения зданий и сооружений не только на устойчивых, но и на специфических грунтах. К тому же, при выборе участка для строительства учитывают не особенности грунтов, а в первую очередь экономическую выгоду. К примеру, расположение будущего объекта, возможность телефонизации и электрификации участка, экологическая обстановка, инфраструктура, а в случае промышленного здания – отдаленность от сырьевой базы, возможность экспорта готовой продукции, подъездные пути и т.д. Как показывает практика, в большинстве случаев получается, что выбранный участок под строительство здания характеризуется наличием специфических грунтов. Таким образом, **актуальность** данной научной работы состоит в изучение их состава и физико-механических свойств специфических грунтов.

При написании работы были использованы фондовые материалы ТОО «GeolProject» (Казахстан). Инженерно-геологические изыскания на участке были проведены автором вместе с коллективом геологов ТОО «GeolProject». Личный вклад автора состоит в составлении полевого описания, подготовка образцов (монолитов) для лабораторных испытаний, интерпретация результатов лабораторных данных и составление технического отчета.

Целью данной работы является оценка физико-механических свойств специфических грунтов (г. Сарань Карагандинской области, Казахстан).

Задачи:

1. Обзор, анализ и систематизация методик исследования
2. Изучение и оценка состава и физико-механических свойств специфических грунтов лабораторными методами.
3. Статистическая обработка и анализ полученных результатов, выявление корреляционных связей между показателями

4. Составление кратких рекомендаций для строительства объектов на подобных специфических грунтах на примере г. Сарынь, Карагандинской области.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Физико-географические условия

Участки изысканий находятся в городе Сарань Карагандинской области (рисунок 1.1). Город был построен в результате освоения несметно богатых недр страны в XX веке.

Сарань находится на слабо всхолмленных возвышенностях Казахского мелкосопочника в самом центре Карагандинского угольного бассейна в центральной части Республики Казахстан и в центре материка Евразии, область вытянута с севера на юг на 600 км, а с запада на восток на 1060 км. Почти всю территорию Казахской складчатости занимает Карагандинская область, бассейны верхнего и среднего течения рек Сарысу и Нуры, впадающих в бессточные озера, часть Туранской низменности и пустынного плато Бетпак-Дала.

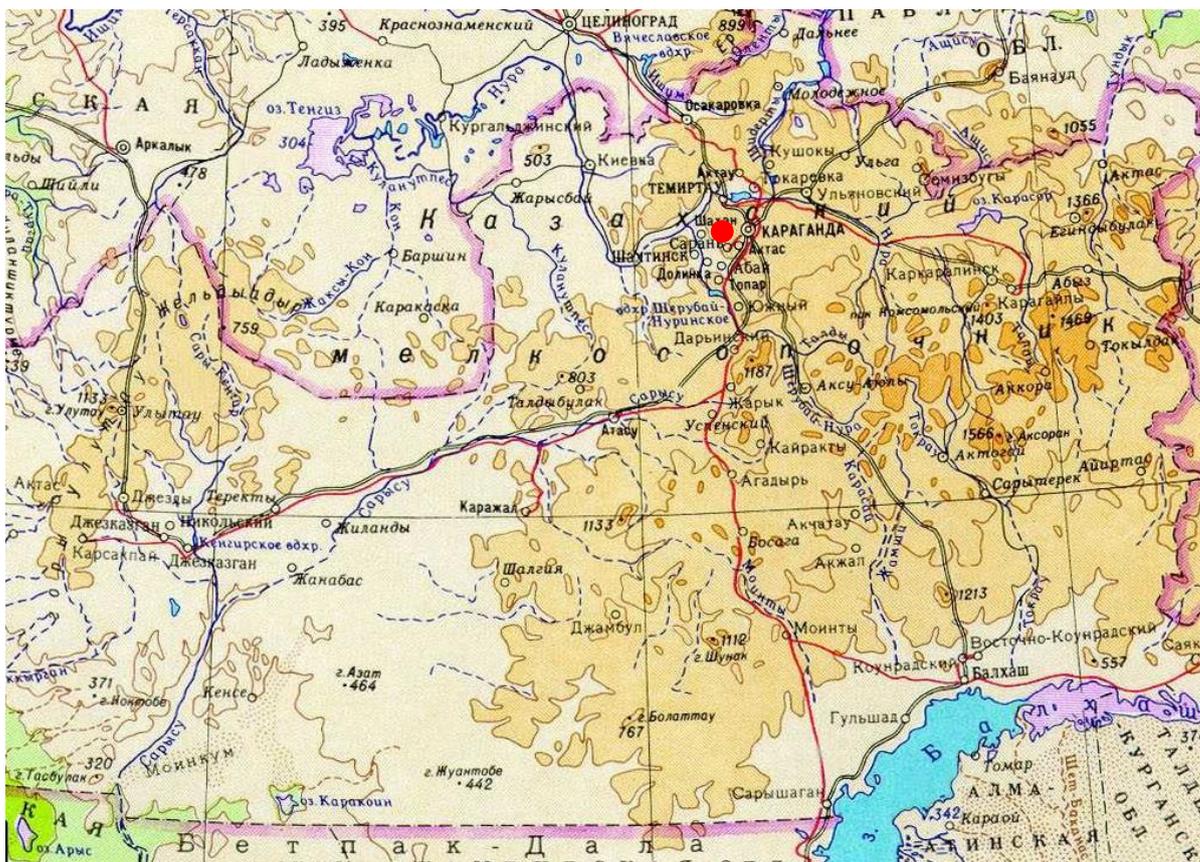


Рисунок 1.1 – Обзорная карта Карагандинской области

● - Участок изысканий

Карагандинская область образовалась 10 марта 1932 года. Она занимает площадь в 428 тысяч км², что составляет 15,7% всей территории Республики Казахстан с общей площадью протяжённости более 4 тысяч километров. Область граничит с девятью областями Республики Казахстан: на юге – с Алматинской (по озеру Балхаш), Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызыл-Ординской; на западе – с Актюбинской; на северо-западе – с Костанайской; на севере – с Акмолинской; на северо-востоке – с Павлодарской; на востоке – с Восточно-Казахстанской областью. Центр области расположен в городе Караганде [11].



Рисунок 1.2 – Карта Карагандинской области

Условные обозначения:

	Более 1 000 000 жителей		от 100 000 до 1 000 000 жителей		от 10 000 до 100 000 жителей		менее 10 000 жителей		АСТАНА	столица государства		центры областей		АТБАСАР	прочие города		Шортанды	поселки		Затобольск	центры районов	Пути сообщения		Автомобильные дороги с твердым покрытием *			
																									Прочие автомобильные дороги *		
																									Железные дороги		
																									Границы		государственные
																									областные		

1.2 Климатическая характеристика

Климатические условия области отличаются разнообразием, что обусловлено обширностью территории и изрезанностью рельефа.

Климат г.Сарани резко континентальный, сухой. Это проявляется в больших амплитудах температуры и в неустойчивости показателей во времени (из года в год).

Зима на территории суровая, продолжительная, с устойчивым снежным покровом, с ветрами и буранами. В ноябре зима начинается, а заканчивается в марте.

Согласно СП РК 2.04-01-2017* (с изменениями от 01.04.2019г.) [12] участок работ относится к подрайону IV по схематической карте районирования для строительства. Данный подрайон характеризуется показателями, приведенными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Характеристика климатического подрайона

Климатический подрайон	Среднемесячная температура воздуха в январе, °С	Среднемесячная температура воздуха в июле, °С
IV	От -14 до -28	От +12 до +21

Температура воздуха. В летнее время в городе преобладает жаркая погода. Абсолютный максимум достигает +40.2°С и зарегистрирован в августе. Переходы суточной температуры воздуха через 0°С происходят весной - в конце марта и осенью - в конце октября. Средние температуры наиболее холодного месяца января – 12.9°С. Абсолютный минимум достигает –42.9°С. Средняя многолетняя температура воздуха за год составляет 3.8°С. Данные по температуре воздуха по месяцам представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Температура воздуха

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-41.7 (1969)	-17.1	-13.6	-8.7	6.2 (1940)
февраль	-41.0 (1951)	-17.2	-13.2	-7.7	6.0 (2007)
март	-34.7 (1971)	-10.4	-6.6	-1.4	22.1 (1944)
апрель	-24.0 (1963)	0.1	5.8	12.0	30.6 (1972)
май	-9.5 (1969)	6.9	13.3	20.1	35.6 (1974)
июнь	-2.3 (1949)	12.3	18.9	25.6	39.1 (1988)
июль	1.7 (2009)	14.3	20.4	26.8	39.6 (2005)
август	-0.8 (1947)	12.3	18.3	25.4	40.2 (2002)
сентябрь	-7.4 (1969)	6.1	12.3	19.2	37.4 (1998)
октябрь	-19.3 (1987)	-0.3	4.1	10.5	27.6 (1970)
ноябрь	-38.0 (1987)	-8.6	-4.8	-0.2	18.9 (1984)
декабрь	-42.9 (1938)	-15.1	-11.0	-6.8	11.5 (1989)
год	-42.9 (1938)	-1.4	3.7	9.6	40.2 (2002)

Согласно данным таблицы 1.2 построена диаграмма зависимости температуры воздуха по месяцам.

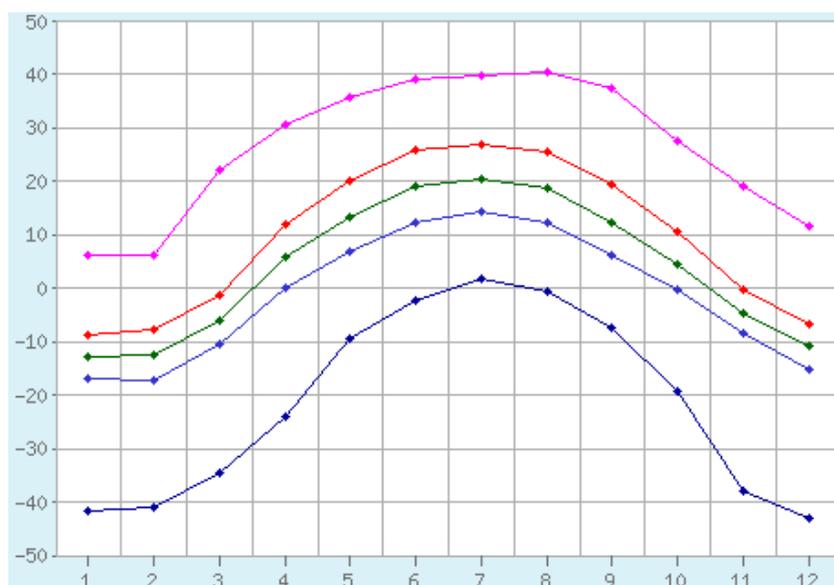


Рисунок 1.3 – Диаграмма температуры воздуха по данным таблицы 1.2

Влажность воздуха. Согласно СП РК 2.04-01-2017*(с изменениями от 01.04.2019г.) территория Республики Казахстан относится к «сухой» зоне влажности.

Относительная влажность воздуха в среднем за год составляет 65%, данные по месяцам представлены в таблице 1.3. Средняя месячная

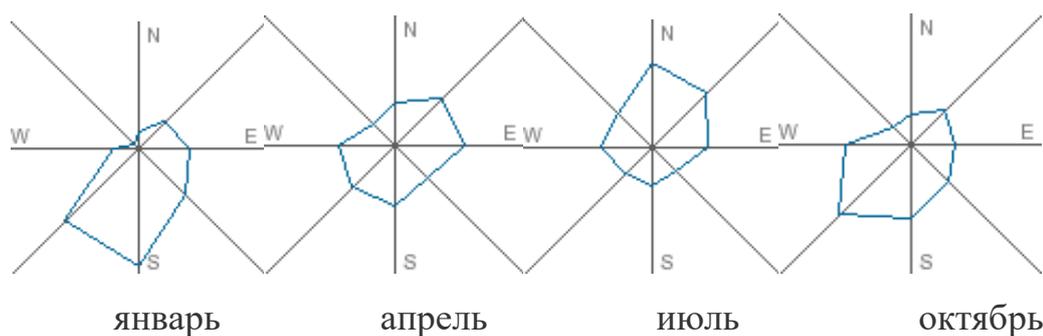
относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 78%. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 55%

Таблица 1.3 – Относительная влажность воздуха

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
79%	78%	78%	61%	54%	50%	55%	52%	53%	66%	77%	78%	65%

Территория изысканий относится к районам с недостаточным увлажнением и с повышенным естественным запыленным фоном, количество дней с пыльными бурями достигает - 17 в году [12].

Ветер. Среднегодовая скорость ветра равна 4,5-5 м/с. Дни со штилем бывают редко. Наиболее сильные ветры на всей территории области, вызывающие зимой метели, а летом пыльные бури, чаще всего имеют юго-западное направление. Наибольшие скорости ветра (до 25-30 м/с), как правило, наблюдаются во второй половине зимы и весной. Повторяемость ветра со скоростью более 15 м/с колеблется до 50 дней [12].



□- Наглядное представление режима ветра в данном месте за месяц по данным повторяемости

Рисунок 1.4 – Розы ветров.

Согласно СП РК EN 1991-1-4:2003/2011 Ветровые воздействия

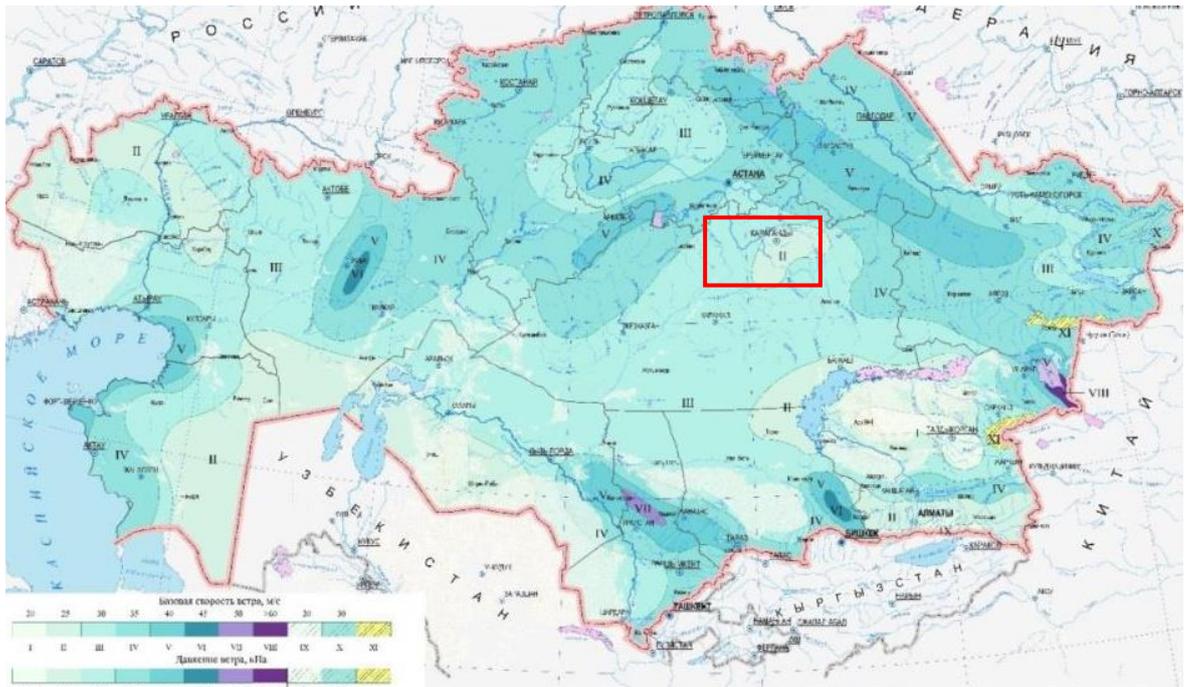
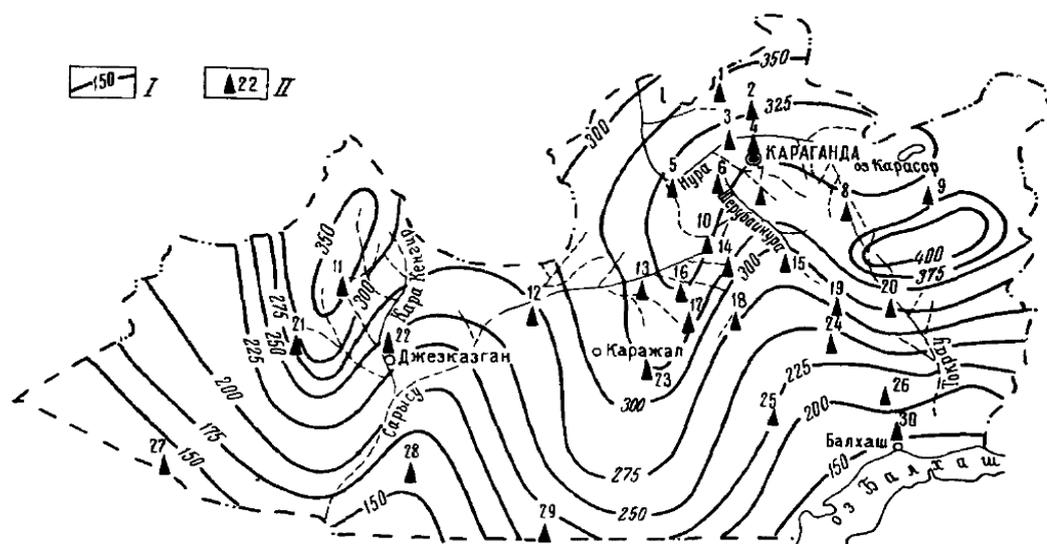


Рисунок 1.5 - Карта районирования территории РК по базовой скорости ветра
 - Участок изысканий

Согласно СП РК EN 1991-1-4.2005-2011 «Ветровые воздействия»

- номер района по базовой скорости ветра – II;
- номер района по средней скорости ветра – II (25 м/с);
- номер района по давлению ветра – II (0.39 кПа) [13].

Атмосферные осадки. Всего за год на территории Карагандинской области выпадает 352 мм осадков, в том числе в зимний период - 72мм, в летний период происходит увеличение осадков до 124 мм. На рисунке 1.5 представлена карта годовых осадков по Карагандинской области.



I - изолинии годовых осадков в мм, II - метеорологические станции

Рисунок 1.6 – Карта годовых осадков по Карагандинской области

В таблице 1.4 представлено распределение осадков по месяцам. На основании данных таблицы построена диаграмма (рисунок 1.7) [14].

Таблица 1.4 – Распределение осадков по месяцам

Месяц	Норма	Месячный min	Месячный max	Суточный max
январь	24	2 (1956)	59 (1971)	16 (1971)
февраль	22	1 (1936)	58 (2004)	18 (2004)
март	22	3 (1939)	61 (2010)	38 (1976)
апрель	26	0.0 (1963)	81 (2004)	25 (2005)
май	41	4 (1976)	106 (1983)	39 (1983)
июнь	36	1 (1988)	105 (2002)	61 (2007)
июль	47	7 (1970)	141 (2001)	61 (1939)
август	28	0.0 (1945)	78 (1967)	46 (1988)
сентябрь	21	0.0 (1957)	66 (1987)	27 (1936)
октябрь	28	0.8 (1955)	84 (1985)	23 (2007)
ноябрь	31	2 (1967)	69 (2006)	32 (2009)
декабрь	26	3 (1949)	46 (1977)	16 (2003)
год	352	105 (1951)	518 (1958)	61 (2007)

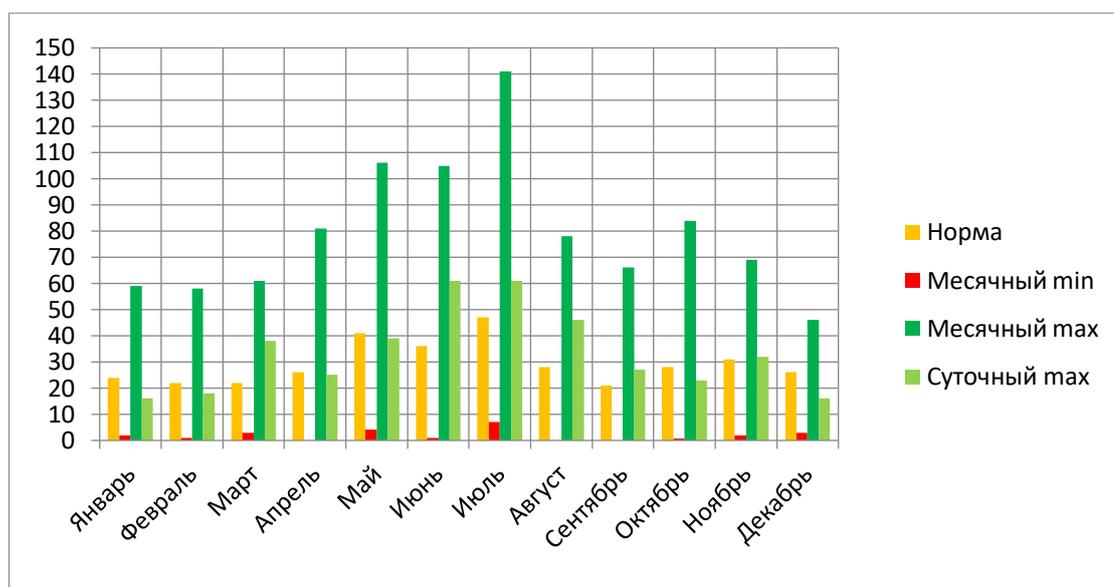


Рисунок 1.7 – Диаграмма осадков по данным таблицы 1.6 [14]

Осадки зимне-весеннего периода играют основную роль в питании подземных вод. Осадки теплого периода почти полностью расходуются на испарение и транспирацию растительности, где этому способствуют резкий дефицит влажности воздуха, а также усиленная ветровая деятельность, вызывающая продолжительные засухи и суховеи.

Наибольшая месячная сумма осадков приходится на летние месяцы июнь - июль. Наименьшее количество осадков выпадает обычно в феврале - марте и в сентябре. В многолетнем цикле сумма осадков колеблется в больших пределах. Еще более значительны различия в количестве осадков отдельных лет за холодную и теплую части года.

В исключительно многоснежные зимы сумма их за ноябрь - март составляет 150-175 мм. В крайне малоснежные зимы количество осадков составляет всего 20-30 мм. В среднем за год число дней с осадками больше или равное слою 0,1 мм составляет 100-120 дней. Из них 80% случаев относится к количеству осадков менее 5 мм. Даже в теплое время года число дней с осадками более 10 мм колеблется до шести дней. Наибольшая продолжительность ливня составляет 20 часов, ливневые дожди обычно наблюдаются в летнее время (июнь - июль) [14].

Снежный покров. Распределение снежного покрова по территории Карагандинской области в общих чертах подчиняется широтной зональности. Однако закономерности в сроках установления и схода снежного покрова, а также в распределении снеготаяния значительно нарушаются под влиянием рельефа местности. В большинстве случаев появление снежного покрова приходится на конец октября. Устойчивый снежный покров на большей части территории устанавливается обычно во второй-третьей декадах ноября. В отдельные годы образование устойчивого снежного покрова затягивается до конца декабря. Продолжительность залегания снежного покрова в среднем 130-150 дней.

Максимальные запасы снега 10-15 марта. Наиболее ранние даты приходятся на конец января - начало февраля, самые поздние - на конец марта. Начало весеннего снеготаяния в среднем наблюдается через 10-15 дней после даты установления максимальных запасов. Средняя из наибольших высот снежного покрова в зимний период 25-30см.

К началу снеготаяния на большей части территории она составляет 20-25см, а в многоснежные зимы достигает 30-40см, а в малоснежные не превышает 10-15см [15].

Согласно СП РК EN 1991-1-3.2004-2011 «Снеговые нагрузки»

- номер района по весу снегового покрова – III (1.5 кПа);

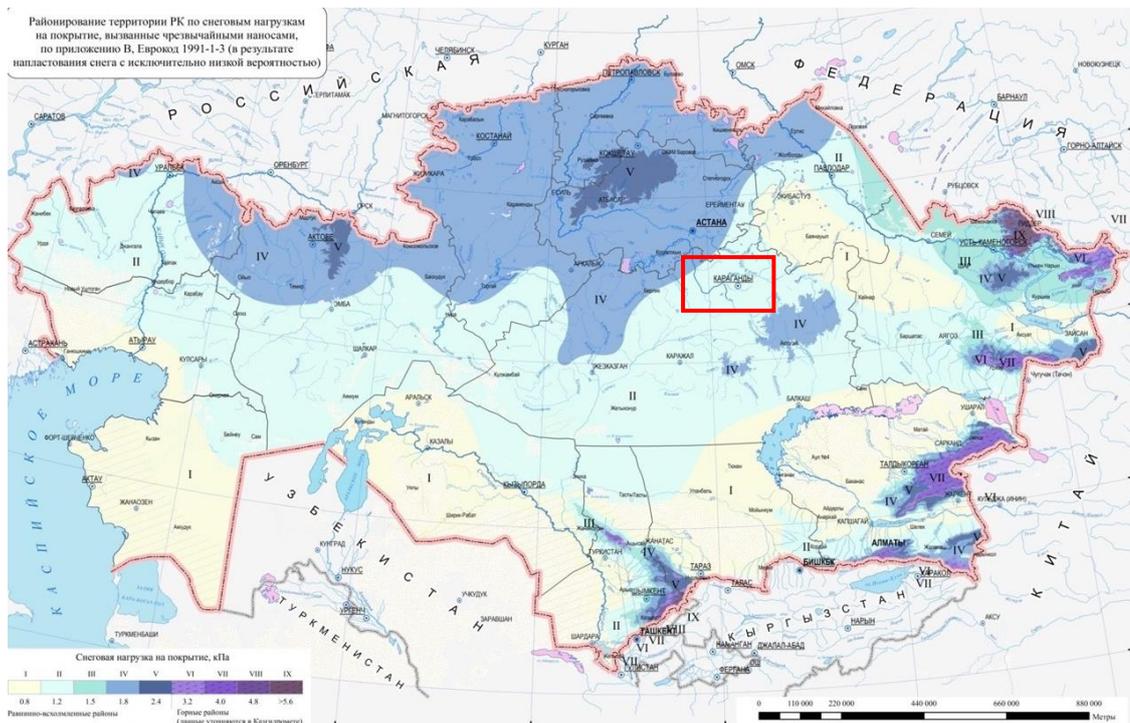


Рисунок 1.8 - Карта районирования территории РК по снеговым нагрузкам

□ - Участок изысканий

Глубина промерзания грунта. Нормативную глубину сезонного промерзания грунта d_{fn} , м, при отсутствии данных многолетних наблюдений определяют на основе теплотехнических расчетов. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2.5м, ее нормативное значение допускается определять по формуле

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t} \quad (1)$$

где M_t - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе;

d_0 – величина, принимаемая равной для суглинков и глин 0.23м; супесей, песков мелких и пылеватых – 0.28м; песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0.30м; крупнообломочных грунтов – 0.34м.

Нормативная глубина промерзания по СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»:

- суглинки и глины: $d_{fn} = 0,23\sqrt{49,2} = 1.61\text{м};$

- супеси и пески пылеватые $d_{fn} = 0,28\sqrt{49,2} = 1.96\text{м}$;

- пески гравелистые, крупные и средней крупности $d_{fn} = 0,30\sqrt{49,2} = 2.10\text{м}$;

- крупнообломочных грунтов $d_{fn} = 0,34\sqrt{49,2} = 2.38\text{м}$.

Средняя глубина проникновения "0" в грунт – 2.01м [12].

1.2 Изученность инженерно-геологических условий

Первые сведения о геологии Центрального Казахстана были получены в начале XVIII в., но только спустя два столетия, в связи с хозяйственным освоением этого края, геологическими исследованиями были охвачены значительные площади.

Систематические геологические исследования Казахстана начались в послереволюционное время. На первых порах они касались главным образом месторождений полезных ископаемых. Геологи Геологического комитета И.С. Яговкин, Н.Г. Кассин, М.П. Русаков, Г.Л. Падалка, Н. Г. Разумовский, Т.И. Преображенский в своих отчетах, публиковавшихся на протяжении нескольких лет, дали оценку разнообразным месторождениям.

Геология и полезные ископаемые (месторождения меди, железа, марганца, бурого угля) Джезказганского и Карсакапайского районов описаны И.С. Яговкиным. Перспективы развития этих районов рассматривает в своих первых работах К. И. Сатпаев. Индустриализация потребовала значительного расширения работ по выявлению минерально-сырьевых ресурсов Казахстана

В изучении Карагандинского бассейна включается большой коллектив геологов под руководством А.А. Гапеева и Н.Г. Кассина (Г.Л. Кушев, А.М. Симорин, М.А. Борисяк, Г.Ц. Медоев, В.А. Курдюков, А.А. Любер, Э.И. Семенова и др.). Определенное значение в геолого-исследовательских работах в Казахстане сыграла организация Казахской базы Академии наук СССР.

Новые научные направления региональных и комплексных металлогенических исследований развивают первые казахстанские ученые-геологи Н.Г. Кассин, М.П. Русаков, К.И. Сатпаев и др. Им, и в первую очередь Н.Г. Кассину и К. И. Сатпаеву, обязана своим становлением и развитием сложившаяся в последующие годы казахстанская школа геологов.

Итоги изучения геологии Казахстана в целом и отдельных его районов к началу Великой Отечественной войны были подведены в работах Н.Г. Кассина, Г.Е. Быкова, И.П. Герасимова, А.П. Заварицкого, А.К. Мейстера, В.М.

Сергиевского, Н.К. Терлецкого, В.И. Чернышева, Е.Д. Шлыгина, И.С. Яговкина, Д.И. Яковлева и др. Великая Отечественная война сосредоточила все усилия геологов на обеспечение страны стратегическим сырьем.

На всей территории Казахстана продолжались геологосъемочные работы, завершавшиеся составлением геологических карт среднего масштаба .

Окончание Великой Отечественной войны и переход страны к мирному строительству знаменует собой начало нового этапа в геологических исследованиях в Казахстане. Разворот у исследовательских работ способствовало образованию территориальных геологических управлений. Важное значение имели работы А.А. Богданов а по южной части Карагандинской области, Г.Л. Кушева по Карагандинскому бассейну,

Стратиграфия северо-восточной части Центрального Казахстана освещена в работах Р.А. Борукаева, М.С. Быковой, Л.Ф. Думлера, В.В. Копериной, Н.К. Ившина, И.Ф. Никитина, С.М. Бандалетова. Наиболее ценная сводка материалов по геоморфологии для большей части территории Центрального Казахстана сделана З.А. Сваричевской.

Большое участие в изучении геологического строения Центрального Казахстана и расширении его сырьевой базы, главным образом в послевоенные годы, принимали сотрудники геофизических экспедиций Казахского геофизического треста и геологических управлений под общим руководством М.Д. Морозова, А.П. Гавели, В.Н. Иванова ,В. В. Бродового, Г. Р. Бекжанова , А. Ф. Игошина и др. [11].

Общие сведения о проблемах строительства на набухающих глинистых грунтах были изучены и опубликованы в работах Лобанова В.С., Емельянова А. Н., научный руководитель кандидат технических наук Преснов О.М [16].

В работе Рященко Т.Г. рассматривается характер взаимосвязи между относительным набуханием и объемной усадкой глинистых и лессовых грунтов. Оценивается возможность их адекватности (соответствия) или антагонизма (противоречия). Приведены примеры из практики инженерных изысканий на территории Турции (анкарские глины), России (эоловые глины, город

Невинномысск на Северном Кавказе) и США (прогнозирование набухания глинистых грунтов, Оклахома), которые показывают необходимость одновременного изучения этих опасных свойств и выяснения факторов их проявления [17].

Изучение набухающих грунтов в г. Караганда производилось в статье Вдовкиной Д.И., Кошляков А.Е., Понамарева М.В. и Понамарева Е.В. В данной работе использовались методы машинного обучения для моделирования, нацеленного на предложение нового подхода к прогнозированию относительного набухания без проведения дополнительных лабораторных исследований. Для прогнозирования относительного набухания был выбран метод Random Forest и была построена модель. Построенную модель можно использовать при производстве инженерно-геологических изысканий для разработки предпроектной документации [18].

Специфические свойства глинистых грунтов г. Сарань не подвергалась детальному изучению. Автором была изучена и опубликована работа по определению характеристик глинистых грунтов участка реконструкции завода резинотехнических изделий в г. Сарань (Казахстан), в которой были описаны специфические свойства глинистых грунтов. Пробурены скважины на исследуемом участке и отобраны образцы. Выполненными лабораторными испытаниями по определению свободного набухания и влаги набухания установлено, что глинистые грунты относятся к сильнонабухающим (0,161-0,246 д.е.). На основе полученных данных были составлены рекомендации для реконструкции завода на участке в г. Сарань [19].

Данная работа продолжает тему исследования специфических грунтов на основе дополнительно собранной и проанализированной базе данных.

1.3 Геологическое строение района

Геологическое строение района работ приведено по материалам государственной геологической съемки масштаба 1:1 000 000, лист М-43-XX.

Район работ расположен в юго-восточной части карты.

Девонская система

Средний и верхний отделы

Фаменский ярус (D_{3fm}) – известняки, мергели, редкие прослои аргиллитов.

Живетский-франский ярусы (D_{2gv} - D_{3fr}) - зеленые песчаники и аргиллиты, редко известняки. Красноцветные песчаники и конгломераты с линзами туфов плагиоклазовых порфиритов. Пироксеновые миндалекаменные порфириты их туфы, трахилипаритовые и липаритовые порфиры и туфы.

Нижний отдел

Кобленцкий-эйфельский ярусы (D_{1c} - D_{2e}), нерасчлененные - пестрые и зеленые песчаники, линзы конгломератов, туфогенные песчаники.

Нижний отдел нерасчлененный (D_1) - туфы липаритовых порфиров, диабазовые и плагиоклазовые порфириты и их туфы, туфогенные песчаники, туффиты. Пестрые и зеленые песчаники и конгломераты.

Каменноугольная система

Нижний отдел

Визейский ярус нижний подъярус Теректинские слои (C_{1v1tr}) слагают аргиллиты, алевролиты, глинистые известняки, мергели, прослои окремненных туффитов.

Турнейский ярус, верхний подъярус Русаковский горизонт (C_{1v2rs}) - окремненные аргиллиты и алевролиты с прослоями известняков.

Турнейский ярус, нижний подъярус Кассинский горизонт (C_{1t1ks}) - массивные известняки, аргиллиты, глинисто-кремнистые породы.

Юрская система

Средний отдел

Михайловская свита (hJ_2mh) сложена конгломератами, алевролитами, песчаниками, аргиллитами и бурым углем. Михайловская свита представлена нижней своей частью мощностью порядка 40 м.

Кумыкудукская свита (J_2km) завершает разрез юрских отложений с мощностью 88 м. Она представлена слабосцементированными конгломератами на песчано-глинистом цементе и рыхлыми песчаниками, глинистыми грунтами. Свита является водоносной.

Нижний отдел

Дубовская свита (hJ_1db) залегает на саранской, имеет мощность до 140 м. Дубовская свита представлена аргиллитами, алевролитами, мелкозернистыми песчаниками, линзами и прослоями бурых углей.

Саранская свита (J_1sr) представлена она рыхлыми конгломератами на песчано-глинистом цементе с галькой осадочных и эффузивных пород, рыхлыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и линзами бурых углей.

Неогеновая система

Средний-верхний миоцен Павлодарская свита ($N_1^{2-3}pv$) – глины и суглинки красно-бурые песчанистые с друзами гипса.

Аральская свита (Nar) – глины и суглинки серо-зеленого цвета с гипсом и включением каолинита.

Неогеновые отложения в основном залегают отдельными пятнами. Они представлены пестроцветными, бурыми, плотными и вязкими глинами, содержащими гнезда гипса и кварцевую гальку. Мощность глин достигает 20-30 м.

Четвертичная система

Верхний-современный отделы (Q_{3-4}) - аллювиальные и делювиальные пески, галечники, суглинки, супеси, щебенистые накопления.

Верхний отдел (Q_{II}^3) – аллювиальные и озерные пески, галечники, суглинки.

Средний-верхний отделы нерасчлененные (Q_{2-3}) – делювиальные суглинки с включением щебня.

Средний отдел (Q_2) – аллювиальные пески, супеси и глины.

Нижний отдел, верхний подотдел (Q_1^1) – делювиальные суглинки и супеси.

Четвертичные отложения распространены в основном на поверхности, представлены суглинками, супесями и тонкозернистыми глинистыми песками. Мощность их до 6 м.

На большей части изучаемой территории верхне-неогеновые отложения смыты и непосредственно с поверхности залегают отложения Аральской свиты, представленные глинами и суглинками с включением гипса и каолинита. Мощность этих грунтов на изучаемой территории составляет 20-30м.

1.4 Тектоника

Карагандинский угольный бассейн в тектоническом отношении находится в средней части широтно вытянутого синклинория, который находится в зоне сочленения областей каледонской (на севере) и герцинской (на юге) складчатости. Карагандинский синклинорий был расчленен меридиональными разрывными нарушениями на отдельные блоки, представляющие собой грабенсинклинали, разбитые углубленно размытыми поднятиями. Карагандинский угольный бассейн находится в средней части синклинория.

Тентекский угленосный район приурочен к Тентекской брахисинклинальной складке, расположенной в северо-западной части Шерубайнуриной синклинали. Длинноватая ось складки простирается с юго-запада на северо-восток на 15 км. На западе Тентекская синклиналь обрывается Тентекским разломом, а на востоке – Шерубайнуринским взбросом.

Дизъюнктивные нарушения приурочены ключевым образом к восточному крылу складки. По мере удаления от восточного крыла к центральным частям мульды, разрывные нарушения помаленьку затухают и в центре мульды, только на основательных горизонтах пространствами отмечаются разрывы маленьких амплитуд. Доминирующим типом нарушений считаются косые согласные взбросы.

Пликативные дислокации практически отсутствуют. *Шерубайнуринский угленосный район* находится во внутренней части и северо-восточном крыле Шерубайнуриной синклинали, которое в одно и тоже время является юго-западным крылом Алабасской антиклинали, который разграничивает Шерубайнуринскую и Карагандинскую синклинали. Более сложными по строению является южная и восточная части синклинали. Наиболее важные по амплитуде и протяженности разрывные нарушения образуют большие тектонические блоки, являясь часто естественными границами приуроченных к блокам шахтных полей. Восточная часть, к которой приурочено поле шахты

«Абайская». Моноклиналиное залегание угленосной толщи осложнено взбросами и поперечной дополнительной складчатостью. В юго-западной части участка вторичная складчатость проявляется пологими поперечными складками. Простираие их осей близко к широтному и совпадает с направлением поперечных взбросов. Ширина поперечных складок составляет 300-600 м, крылья складок пологие, симметричные. Карагандинская синклиналь, в пределах которой расположен *Карагандинский угленосный район*, занимает среднюю часть Карагандинского бассейна.

Северо-западное крыло синклинали, где находятся шахты имени Костенко, имени Т. Кузембаева, «Саранская» характеризуется относительно обычным строением и выдержанным восток-северо-восточным простираием. Северо-западное пологопадающее крыло синклинали содержит сплошное северо-восточное простираие с падением на юго-восток под углом 10-15°.

Разрывные нарушения широко развиты на юго-восточном крыле Карагандинской синклинали, на северо-западном пологопадающем крыле их мало и эта площадь в тектоническом отношении является простой. Поле шахты имени Кузембаева в структурном отношении приурочено к центральной части северо-западного крыла Карагандинской синклинали. Поле названной шахты занимает значительную часть тектонического блока, ограниченного крупными дизъюнктивными нарушениями. Блок осложнен дизъюнктивной и пликативной нарушенностью. Складчатость интенсивно проявляется в пределах всего участка, но наиболее четко выражена в центральной, южной и северо-восточной частях.

Дополнительные складки на обоих крыльях синклинали имеют незначительные размеры и расплывчатые очертания (плохо выраженные замки), вследствие чего складчатость крыльев правильнее назвать волнистостью. Большинство дополнительных складок относятся к флексурам. По ориентировке осей складки разделяются на продольные, поперечные и диагональные. Продольные складки являются типичными флексурами. Обычные их размеры

достигают в поперечнике 10-30 м, по простиранию 150-300 м. Поперечные складки характеризуются перпендикулярным положением осей к господствующему простиранию пород и чаще имеют симметричную или почти симметричную форму. Очертания их как в плане, так и в вертикальных сечениях имеют нечеткий расплывчатый характер. Диагональные складки, в отличие от продольных и поперечных, в единичных случаях имеют вытянутые по оси формы с четкими контурами замков [20].

1.5 Полезные ископаемые

В карагандинской области разведаны и эксплуатируются месторождения каменного угля. Карагандинский угольный бассейн имеет свыше восьмидесяти угольных пластов, в том числе около пятидесяти пластов рабочей мощности [11]. Помимо каменного угля, в районе имеется месторождение бурых железняков, известняков, гипса, мергеля, сланцев, строительного камня, песчаника, мрамора (рисунок 1.9).

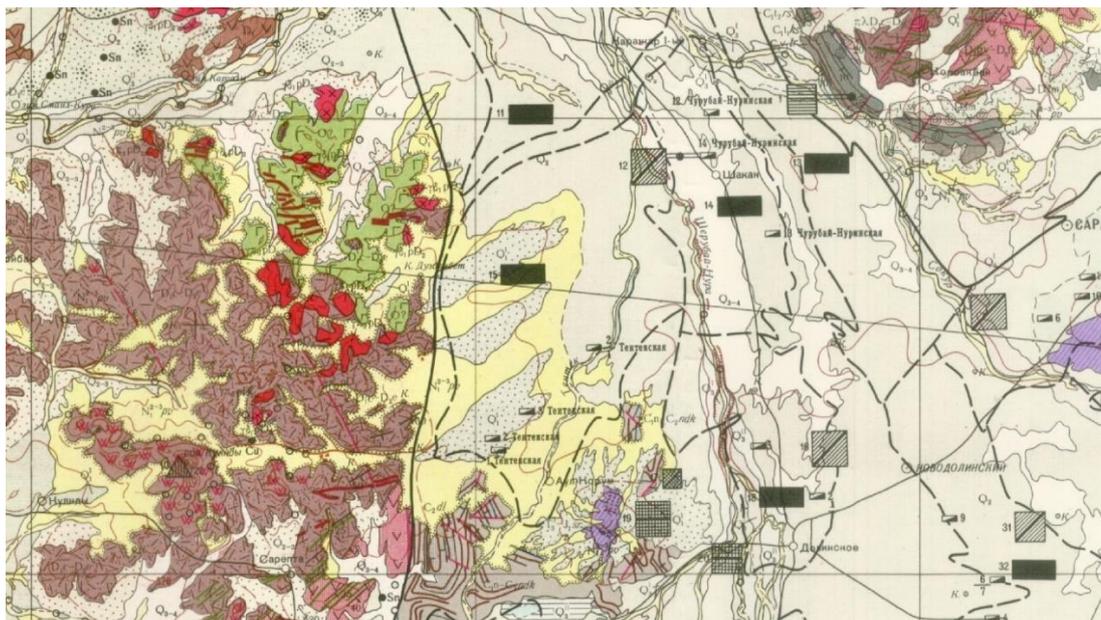


Рисунок 1.9 – Карта полезных ископаемых Карагандинской области

Условные обозначения

- уголь (каменный)
- ▨ уголь (бурый)
- Sn – олово

Месторождения полезных ископаемых, особенно каменного угля, ставят Карагандинский район в ряд наиболее богатых и развитых в промышленном отношении горнорудных регионов. Таким образом, освоение месторождений полезных ископаемых определило формирование своеобразного рельефа. Отметим также, что разработка месторождений полезных ископаемых способствовала образованию определённых рельефообразующих процессов в районе исследования [21].

1.6 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия Центрального Казахстана весьма сложны, что определено физико-географическими и геолого-структурными особенностями территории. Подземные воды в регионе распространены повсеместно и прослеживаются почти во всех стратиграфических комплексах пород, начиная от самых древних и заканчивая четвертичными.

Подземные воды протерозойско-кембрийского нерасчлененного комплекса развиты в основном в юго-западной части территории, в Улутау-Арганатинском поднятии, северо-западнее Карсакпая и на слиянии рек Каракенгир и Сарыкенгир. Водовмещающие породы представлены песчаниками, сланцами, яшмами, кварцитами, эффузивами и их туфами.

Подземные воды нерасчлененного ордовикского и силурийского, преимущественно эффузивно-осадочного комплекса, в который входят эффузивы, кремнистые песчаники, туфпесчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, сланцы, известняки и другие их кристаллические разновидности, развиты в восточной части региона, в Жаман-Сарысуйском антиклинории, а также в Атасуйском районе и в западной части Джездинского.

Подземные воды ниже-среднедевонских отложений ввиду специфических условий их залегания и распространения выделены в самостоятельный водоносный горизонт. Породы нижнего и среднего девона представлены преимущественно эффузивными и эффузивно-осадочными образованиями – песчаниками, сланцами, алевролитами, эффузивами и др., распространены отдельными небольшими полями в районе рудника им. Джамбула, в юго-западной части Сарысу-Тенизской впадины и в ряде других мест западной части Джекказганского района.

Подземные воды средне-верхнедевонских отложений, преимущественно осадочно-вулканогенного комплекса пород, развиты в Успенской зоне смятия, в Кызылжарской антиклинали, а также в верховьях р. Сарыкенгир. Водовмещающими являются туфопесчаники, конгломераты, аргиллиты,

эффузивы и их туфы.

Подземные воды осадочно-карбонатного комплекса верхнего девона и нижнего карбона в Центральном Казахстане весьма обильны и являются источником крупного централизованного водоснабжения (Джезказган, Жезды, Джамбул и др.). Породы в основном состоят из известняков, местами перемежающихся с глинисто-известковистыми сланцами, алевролитами, мергелями и глинистыми известняками.

Подземные воды карбонатовых отложений приурочены преимущественно к осадочному комплексу, состоящему из доломитов, конгломератов, мергелей, сланцев. Незначительные площади таких пород обнаружены в среднем течении р. Сарысу, в окрестностях рудника им. Джамбула и в Успенской зоне смятия.

Подземные воды интрузивных образований, состоящих преимущественно из гранитов, гранодиоритов, диоритов, сиенитов, распространены исключительно широко (горы Каркаралы, Кент, Бохты – в восточной части района, Кызылтау, Ортау, Куинские горы – в Атасуйском районе и Улутауский массив – в Жездинском районе).

Подземные воды верхнемеловых отложений. Верхнемеловой комплекс пород, представленный в основном песчано-глинистыми образованиями с прослоями алевролитов и аргиллитов, распространён в юго-западной части территории, к юго-востоку от Джезказгана. В их составе преобладают глины с линзами и прослоями песков, супесей и галечников.

Подземные воды палеоген-неогеновых отложений. Палеоген-неогеновый нерасчлененный комплекс пород, состоящий из песчано-глинистых пород с прослоями аргиллитов, алевролитов, конгломератов и галечников, распространён в средней части р. Сарысу, в низовьях рек Кумола, Жезды. Подземные воды здесь чаще всего встречаются в кварцево-вулканитовых песках, залегающих прослоями среди средне- и верхнеэоценовых и палеоцен-эоценовых глин, алевролитов и гравелитов. Общая мощность отложений достигает 40 м.

Подземные воды комплекса озерных, делювиально-пролювиальных и элювиально-делювиальных четвертичных образований. Этот комплекс пород,

состоящий из песчано-щебенистых, дресвяных и супесчано-гравелистых толщ рыхлого покрова, распространены повсеместно. Слагающие его породы встречаются в устьях долин рек Талды, Жарлы, Шерубай-Нуры и другие.

Подземные воды четвертичных нерасчлененных аллювиально-эоловых образований. Литологический состав комплекса таков: пески, гравий, реже гравийно-галечниковые разности. Распространены эти породы незначительно: в среднем течении р. Сарысу, в песках Джетыконур, Жиделы и другие. Мощность отложений изменяется от 1 до 7 м. Грунтовые воды в зависимости от рельефа залегают на глубинах от 0,7 до 3 м.

Подземные воды современных четвертичных аллювиальных отложений. В исследуемом районе протекают такие реки, как Шерубай-Нура, Талды, Жарлы, Сарысу, Атасу, Кенгир, Жезды и Кумола. Мощность водоносных отложений непостоянна как вдоль долины, так и по ее ширине и обычно увеличивается от верховьев к низовьям [22].

1.7 Общая инженерно-геологическая характеристика района

Площадь района работ расположена в центральной части Казахстана, представляет собой типичный мелкосопочник с понижениями и впадинами. Абсолютные высоты мелкосопочника колеблются в пределах 475,1 – 520,0 м. На рисунке 1.10 приведена карта инженерно-геологического районирования.

Масштаб 1:1000000

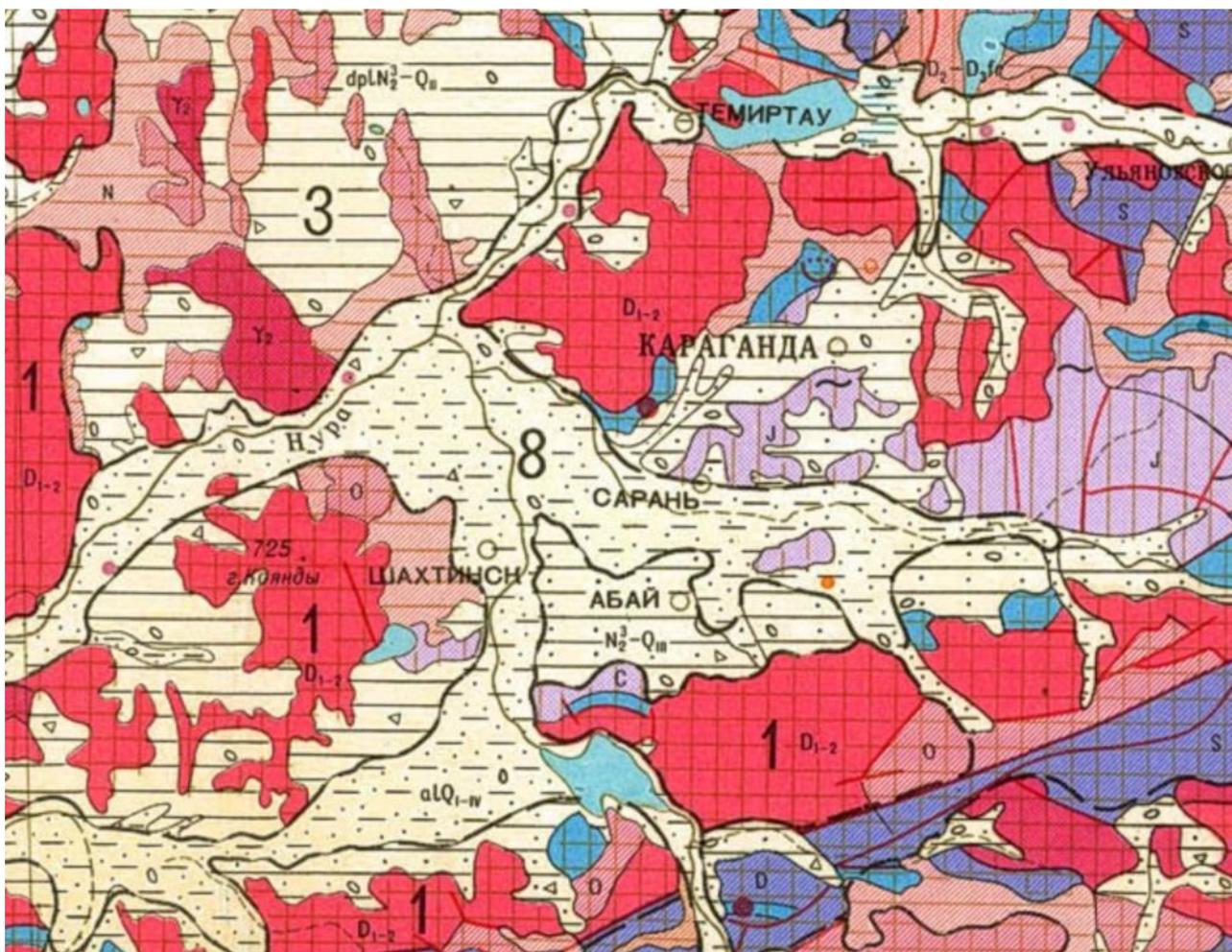
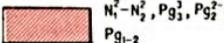


Рисунок 1.10 – Карта инженерно-геологического районирования

Карагандинской области

Условные обозначения

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ КОМПЛЕКСОВ ГОРНЫХ ПОРОД			СКАЛЬНЫЕ	ПОЛУСКАЛЬНЫЕ	ПЕСЧАНЫЕ УПЛОТНЕННЫЕ	ПЕСЧАНЫЕ УПЛОТНЕННЫЕ, ПЕСЧАНО-ГАЛЕЧНИКОВЫЕ С ПЛАСТИЧНЫМИ	ПЛАСТИЧНЫЕ С ПЕСЧАНЫМИ И ПЕСЧАНО-ГАЛЕЧНИКОВЫМИ	ПЛАСТИЧНЫЕ
ТИП	ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ	ГЕНЕЗИС						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СОЛЕНОСНАЯ	ПЛАТФОРМЕННЫЕ И ПЕРЕХОДНЫЕ	ЛАГУННЫЙ	ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПОРОД КОРЕННОЙ ОСНОВЫ, ИХ СОСТАВ И ВОЗРАСТ					
			 P ₁ Переслаивание аргиллитов, алевролитов, песчаников, гипса, каменной соли					
ВЕРХНЕПЕРИГЕННАЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ КРАСНОЦВЕТНАЯ ДЛЯ P _{g2} ² , C ₂₋₃ , D ₂ -D ₃ fr, ЗЕЛЕНЦОВЕТНАЯ ДЛЯ N)	ПЛАТФОРМЕННЫЕ (преимущественно)	КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ			 N ₂ Преимущественно галечники, реже глины песчаные	 N ₁ ² -N ₂ ² , P _{g1} ³ , P _{g2} ²⁻³ , P _{g1-2} Преимущественно пески, алевролиты, галечники, линзы песчаников, глины	 P _{g1} ² Красноцветные глины, алевролиты, реже пески	 N, N ₁ ² -N ₂ ² , P _{g2} ²⁻³ Глины с гипсом и редкими прослоями песка, глины опесчаненные
		ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ, МОРСКОЙ		 P _{g2} ²⁻³ Кварцево-глауконитовые пески с фосфоритами, песчаниками		 P _{g2} ³ -P _{g1} ¹ , P _{g2} ²⁻³ Глины с прослоями песков и гравия, глины опесчаненные		
	ПЕРЕХОДНЫЕ, РЕЖЕ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ	КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ		 C ₂₋₃ , D ₂ -D ₃ fr Красноцветные конгломераты, песчаники, аргиллиты				
		МОРСКОЙ	 D ₃ fm-C ₁ t, C ₁ t Преимущественно известняки, мергели, реже доломиты с прослоями мергелей, песчаников и аргиллитов					

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ КОМПЛЕКСОВ ГОРНЫХ ПОРОД		ПЕСЧАНЫЕ	ПЕСЧАНЫЕ СО СВЯЗНЫМИ	СВЯЗНЫЕ С ПЕСЧАНЫМИ И ЧАСТИЧНО ГРАВИЙНО-ОБЛОМОЧНЫМИ	СВЯЗНЫЕ	СОЛЕНОСНЫЕ ПОРОДЫ			
ФОРМАЦИЯ	ТИП	ГЕНЕЗИС							
МЕЛКОСОПОЧНИКА	КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ	ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ИХ СОСТАВ И ВОЗРАСТ							
			alQ_{1-IV} Пески, гравий, суглинки, супеси, галечники с прослоями глин, суглинков		$dplalN_2^*-Q_{II}$ Суглинки, супеси с прослоями и линзами песков, гравия глинисто-щебенистый материал		$dplN_2^*-Q_{II}$ Глины, суглинки с редкими прослоями и линзами песков		lQ_{IV} Пески, суглинки содержащие преимущественно сульфатные и хлоридные соли, илы
			$alpldQ_{II-IV}^*$ Пески, супеси, суглинки, с прослоями и линзами песков и гравия			$lolQ_{1-II}$ Прослой и линзы песков и гравия среди глин и в основании суглинков			
			lQ_{II-IV} Пески с прослоями илов, суглинков и супесей						
ПОЛУПУСТЫНЬ			$eolQ_{II-IV}$ Пески		alQ_{1-IV} Пески, гравий, суглинки, супеси, галечники		$dplalN_2^*-Q_{II}$ Суглинки, пески, супеси с песком, гравием		lQ_{IV} Пески, суглинки содержащие преимущественно сульфатные и хлоридные соли, щебенка, почвенно-растительный слой, такырно-солончаковые отложения

1	2	3	4	5	6
НИЖНЯЯ ТЕРРИГЕННАЯ	ПЛАТФОРМЕННЫЕ	КОНТИНЕНТАЛЬ- НЫЙ			 Cr ₂ Пески, галечники, реже гли- ны песчаные
	ГЕОСИНКЛИНАЛЬ- НЫЕ И ПЕРЕХОД- НЫЕ	ПРИБРЕЖНО- МОРСКОЙ		 C _v , C _{v-n} , J Переслаивание алевролитов, аргиллитов, песчаников, углей	
ЭФФУЗИВНО- ОСАДОЧНАЯ		МОРСКОЙ, ПРИБРЕЖНЫЙ	 S, S ₁ , S ₂ , D Песчаники, сланцы, аргилли- ты, алевролиты, известняки, конгломераты, порфириты и туфы		
ЭФФУЗИВНАЯ	ГЕОСИНКЛИНАЛЬ- НЫЕ И ПЕРЕХОД- НЫЕ (преимущественно)	Излившиеся мелко и скрытокристал- лические. Излившиеся стек- ловатые и порис- тые	 D ₁₋₂ , C _{1-P} Порфириты, порфиры, туфы, туфопесчаники, лавы, диа- базы		
МЕТАМОРФИ- ЧЕСКАЯ		Измененные под воздействием ре- гионального и кон- тактового мета- морфизма	 A, Pl, Cm, O ₁₋₂ , O Кварциты, гнейсы, кристал- лические сланцы, мраморы		
ИНТРУЗИВНАЯ	ГЕОСИНКЛИНАЛЬ- НЫЕ	Глубинные кристал- лические, полуглуб- бинные порфировой структуры	 Y ₁ , Y ₂ , Y ₃ Граниты, гранодиориты, дио- риты, включающие небольшие массивы диабазов, габбро- амфиболитов, пироксенитов		

ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ

(ТЕРРИТОРИИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ)



ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

НАПОРНОСТЬ



ГЛУБИНА ЗАЛЕГАНИЯ



Наиболее развита гидрографическая сеть правобережья, здесь формируется приток – река Карагандинка. Реки Соқыр и Карагандинка являются типичными реками с быстрым течением.

Среди почв преобладают светло-каштановые и бурые слабосолонцеватые. Незначительным распространением вдоль русел отдельных речек пользуются луговые почвы.

Древесная растительность в районе отсутствует. Среди травянистой – преобладают сухостепные и полупустынные формы – ковыль, типчак, полынь и другие. Луговая растительность встречается редко – в затопленных паводковыми водами низменностях. На водораздельных пространствах широко развиты низкорослые кустарниковые растения – баялыч и караганник [11].

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА РАБОТ

2.1 Рельеф участка

Участки изысканий находится: Карагандинская область, г. Сарань, микрорайон РТИ. Находится в 25 километрах к юго-западу от города Караганды и расположен в центральной части Казахстана, в центре евразийского континента 49°47' северной широты и 72°50' восточной долготы. Абсолютные отметки изучаемых участков изменяются от 400 м до 520м [5].

Большую часть исследуемой территории занимает мелкосопочник, самые высокие участки которого лежат на высоте 700-800 м, а относительные превышения достигают 200 м. Наиболее широко в рельефе мелкосопочника представлены увалы и куполовидные сопки с плавными очертаниями [20].

Территория города Сарань изучается с 2018 года по сегодняшний день инженерно-геологической компанией ТОО «GeolProject» (Казахстан).

Участки проведенных изысканий:

1. «Строительство ИКИ к дому №13, мкр.3 пос.РТИ г.Сарань»
2. «Реконструкция завода РТИ в г.Сарань»
3. «Строительство выставочного автомобильного павильона»
- 4.«Завод по изготовлению крупногабаритных железобетонных элементов, г. Сарань, северная промзона завода РТИ»
5. «Строительство канализационно-насосной станции (КНС) в блочно-модульном исполнении со строительством канализационного коллектора до станции очистки ливневых стоков», расположенное по адресу: РК, Карагандинская область, г.Сарань (с подводными наружными сетями к станции очистки поверхностных сточных вод»
6. «Строительство производственной базы».
7. «Строительство водопроводных сетей в г. Сарань»

На рисунке 2.1 приведена карта фактов с минимальными и максимальными значениями набухания по объектам.



Условные обозначения

- Границы участков изысканий
- 📍 - Минимальные и максимальные значения набухания грунта для участков
- 1 - номер участка изысканий

Рисунок 2.1 – Карта фактов исследуемых участков

2.2 Гидрогеологические условия

По данным проведенных изысканий на исследуемой территории установившийся уровень на глубине 1,0-2,6 м, соответствует абсолютным отметкам 501,30-504,03 м.

Водоносный горизонт приурочен к насыпным грунтам, линзам песка средней крупности и прослойкам супеси. Водоносный горизонт безнапорный, водоупором служит глина. Питание подземные воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков. Дополнительным источником питания служат техногенные воды за счет утечек из водонесущих коммуникаций.

Из-за близкого залегания кровли глин Павлодарской свиты неогенового возраста, которые являются местным водоупором, при отсутствии организованного

стока поверхностных и паводковых вод, а также возможных утечек из водонесущих коммуникаций, в весенний период возможно образование техногенного водоносного горизонта постоянного характера в кровле павлодарских глин, что неизбежно при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

По результатам химических анализов подземные воды характеризуются как хлоридно-сульфатно-кальций-натрий-калиевые, жесткие, умеренно жесткие и мягкие, слабощелочные, слабоминерализованные и пресные.

По степени агрессивности на бетон марки по водопроницаемости W4 подземные воды сильноагрессивные к портландцементу, слабоагрессивные к шлакопортландцементу и неагрессивные к сульфатостойкому цементу [5].

По отношению к арматуре железобетонных конструкций подземные воды слабоагрессивные при постоянном погружении и сильноагрессивные при периодическом смачивании.

По отношению к свинцу подземные воды обладают низкой коррозионной активностью и к алюминию подземные воды обладают высокой коррозионной активностью.

По степени водопроницаемости суглинков ($a(Q_{IV})$) слабоводопроницаемый, коэффициент фильтрации 0,010 м/сутки; глина (Nar) и глина (Npv) непроницаемая, коэффициент фильтрации 0,0014-0,0047 м/сутки; суглинков (Nar) и суглинков (Npv) слабоводопроницаемый, коэффициент фильтрации 0,009-0,02 м/сутки [5].

Водовмещающими грунтами на изучаемых участках являются линзы песка в неогеновых глинах и суглинках. Глинистые грунты в свою очередь являются водоупором. При проектировании зданий и сооружений стоит учитывать возможность нарушения рельефа и нарушения потока водоносного горизонта на глубине в следствии чего глины и суглинки при попадании влаги проявляют набухающие свойства.

2.3 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка производится по совокупности факторов, указанных в СП РК 1.02-104-2014:

- геоморфологические условия: площадка (участок) находится в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, нерасчленённая.

- геологические условия: не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Существенное изменение характеристик свойств грунтов и по глубине.

- гидрогеологические условия в сфере взаимодействия здания и сооружений с геологической средой. Подземные воды имеют один выдержанный горизонт с однородным химическим составом.

- опасные геологические и инженерно-геологические процессы отсутствуют. Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений и проведение инженерно-геологических изысканий.

- специфические грунты (в основании фундамента) имеют широкое распространение или оказывают решающее влияние на проектные решения, строительство и эксплуатацию объектов.

Категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности всех факторов и, если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности следует устанавливать по этому фактору. На основе анализа природных факторов, инженерно-геологические условия территории размещения объекта относятся к III категории сложности по совокупности геоморфологических, геологических условий и распространения экзогенных процессов (СП РК 1.02-102-2014 (Приложение А) [26]).

2.4 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

По результатам ранее проведенных лабораторных испытаний получены значения физико-механических свойств грунтов, по которым можно охарактеризовать отложения исследуемого участка.

В геологическом строении на участке работ, до разведанной глубины 15 м принимают участие современные техногенные отложения ($t(Q_{IV})$) и современные отложения аллювиального генезиса ($a(Q_{IV})$). В основании разреза вскрыты неогеновые отложения Аральской (Nar) и Павлодарской свиты (Npv).

Современные техногенные отложения ($t(Q_{IV})$) вскрыты всеми скважинами с поверхности по всей площади. Насыпные грунты представлены (ИГЭ1): супесью с включением дресвы и корневой системы, суглинком бурого и черного цветов, суглинком щебенистым бурого цвета, суглинком дресвяным бурого цвета, щебенистым грунтом с супесчаным заполнителем, щебенистым грунтом с суглинистым заполнителем и щебенистым грунтом с глинистым заполнителем. Содержание щебенистого материала от 34 до 95% и дресвяного материала от 10 до 48%. Мощность техногенных отложений изменяется от 0,4 до 3,6 м.

Современные отложения аллювиального генезиса ($a(Q_{IV})$) встречены в 8-ми скважинах на глубине от 0,4 до 2,0 м, общая мощность отложений изменяется от 1,3 до 3,4 м. Литологический состав отложений представлен суглинком (ИГЭ2) коричневого цвета, с включением гнезд карбонатов, с включением гравия до 10%, с прослойками песка водонасыщенного и супеси коричневого цвета.

Неогеновые отложения Аральской свиты встречены во всех скважинах на глубине от 1,9 до 3,5 м. Вскрытая мощность отложений изменяется от 6,8 до 10,7 м. Отложения представлены глиной (ИГЭ3) серо-зеленого цвета, с пятнами гидроокиси Fe^{+} , с линзами каолинита, с включением гравия до 10%, местами с прослойками супеси.

Также неогеновые отложения Аральской свиты представлены суглинком (ИГЭ4) серо-красного цвета, с пятнами гидроокиси Fe^{+} , с линзами каолинита, с

включением гравия до 10%. Отложения вскрыты на глубине от 11,0 до 13,4 м, вскрытая мощность составила от 1,6 до 4,0 м.

Неогеновые отложения Павлодарской свиты представлены глиной (ИГЭ5) серого цвета, с пятнами гидроокиси Fe⁺, загипсованной. Отложения вскрыты на глубине от 1,0 до 14,5 м, вскрытая мощность изменяется от 0,5 до 14,0 м.

Также неогеновые отложения Павлодарской свиты представлены суглинком (ИГЭ6) серого цвета. Отложения вскрыты на глубине 13,0 м, вскрытая мощность 1,5 м [3,5]. Приведены типичные разрезы [Приложение 2] и колонки на рисунке 2.1 исследуемого участка работ.

Исследуемые специфические грунты имеют свойство набухать под нагрузкой при замачивании, что является крайне неблагоприятным при строительстве зданий и сооружений. Для предотвращения неблагоприятных исходов при проектировании и строительстве на данной территории мы изучаем набухающие грунты их физико-механические свойства, набухающие свойства и определяем их взаимосвязь между собой.

Описание Выработки скв 12-22

Абс. отм. 504.50м
 Глубина 15.0м
 Дата бурения 17.01.2022г.

Ø 127мм

N ИГЭ	Геологический индекс	Абс. отм.м., м	Глубина залегания ИГЭ, слоя м		Мощность, м.	Описание грунтов	Литологич. разрез	Масштаб 1: 100	Глубина отбора проб, м.	Глуб. подг. Возг, м
			от	до						
Слой 1	t(Q _{IV})	503.50	0.0	1.0	1.0	Насынный грунт дисперсные связные антропогенные образования насынного характера. Относится к IV классу – техногенные грунты. Грунты образовались в результате строительной деятельности человека. Насынный грунт представлен супесью темно-коричневого цвета, пластичной, с включением дресвы и корневой системы.				
1	a(Q _{IV})	502.20	1.0	2.3	1.3	Суглинок коричневого цвета, полуплотный, с включением гнейз карбонатов, с редким включением гравия и гальки до 10%. В интервале 2.2-2.3м прослойка песка водонасыщенного.		▲ ▲ ■	ПУ-2.1 УУ 502.40	
2	N _{gr}	492.20	2.3	12.3	10.0	Глина серо-зеленого цвета, полуплотная, с глубины 6.2м плотная, слоистая, с пятнами гидроксида Fe+, с включением гравия до 10%. С глубины 13.0м с частыми линзами каолинита.				
3	N _{gr}	489.50	12.3	15.0	2.7	Суглинок серо-красного цвета, плотный, с пятнами гидроксида Fe+, с включением гравия до 10%.		■ ■		

Описание Выработки скв 1946–21

Абс. от.м. 533.50м
 Глубина 15.0м
 Дата бурения 19.11.2021г.

Ø 127мм

N ИГЭ	Геологический шифр	Абс. от.м., м	Глубина залегания ИГЭ, слоя, м		Мощность, м.	Описание групп	Литологич. разрез	Масштаб 1: 100	Глубина отбора проб, м.	Глуб. поз. вод, м
			от	до						
Слои 1	t(Qv)	532.00	0.0	1.5	1.5	Насыпной грунт дисперсные связанные антропогенные образования насыпного характера. Относится к IV классу – техногенные группы. Грунты образовались в результате строительной деятельности человека. Насыпной грунт представлен суелью щебенчистый, бурого цвета, твердый. Содержание щебенчатого материала не менее 25%. Песок мелкий коричневого цвета, средней степени водонасыщения, плотный.		▲	ПУ-3.3 530.20	
1	a(Qv)	529.50	1.5	4.0	2.5			▲		
3	a(Qv)	523.50	4.0	10.0	6.0	Сувашинок бурого цвета, полутвердый, в интервале 6.3м–8.2м твердый.		▲	ПУ-9.5 524.00	
							▲			
6	N _{гв}	518.50	10.0	15.0	5.0	Глина красно-коричневого цвета, твердая, с включением гидроокислов Fe ⁺ , с включением груз гашка.		▲		

Рисунок 2.2 – Типичные колонки исследуемого участка работ

2.5 Методики определения характеристик грунтов

Лабораторные исследования грунтов, отобранных из выработок в процессе бурения, выполнены в лаборатории ТОО «Центргеоланалит». Работы выполняются в соответствии с требованиями существующих ГОСТов, инструкций и методических указаний.

Согласно СТ РК 1290-2004 были получены влажность грунта методом высушивания до постоянной массы, влажность границы текучести методом пенетрации конусом и влажность границы пластичности методом раскатывания в жгут, плотность грунта методом взвешивания в воде, плотность сухого грунта расчетным методом, плотность частиц грунта пикнометрическим методом.

Влажность грунта (природная) определяется как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта. Высушивание производится до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0.02г.

Влажность на границе текучести определяется методом пенетрации конусом. Граница текучести определяется как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус погружается под собственным весом за 5 секунд на глубину 10мм.

Влажность на границе раскатывания определяется методом раскатывания в жгут. Граница раскатывания определяется как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10мм.

Плотность (объемный вес) грунтов определяется методом взвешивания в воде парафинированных образцов. Плотность грунта определяется отношением массы образца грунта к его объему. Обязанный нитью образец грунта покрывается парафиновой оболочкой и охлажденный взвешивается. Затем парафинированный образец взвешивается в сосуде с водой.

Плотность сухого грунта определяется расчетным методом. Для определения плотности сухого грунта предварительно определяется влажность грунта и его плотность при этой влажности.

Плотность частиц грунта (удельный вес) определяется пикнометрическим методом на связных грунтах, отношением массы частиц грунта к их объему. Пикнометр, наполненный на 1/3 дистиллированной водой, взвешивается. Затем высыпается в него высушенная проба грунта и снова взвешивается, ставится кипятиться на песчаную баню.

Продолжительность спокойного кипячения (с момента начала кипячения) должна составлять:

- для суглинков и глин - 1ч.

После охлаждения пикнометра следует поправить положение мениска воды в нем, добавляя из капельницы дистиллированную воду, затем пикнометр взвешивается.

Определения гранулометрического состава было произведено ситовым методом по СТ РК 1273-2004. Взвешенную пробу грунта просеивают сквозь набор сит с поддоном. Фракции грунта, задержавшиеся после просеивания на каждом сите и прошедшие в поддон, переносят в заранее взвешенные емкости и взвешивают.

Определения коэффициента фильтрации выполнено по СТ РК 1291-2004. Коэффициент фильтрации песчаных грунтов определяют при постоянном заданном градиенте напора с пропуском воды сверху вниз или снизу-вверх, при предварительном насыщении образца грунта водой снизу-вверх. Коэффициент фильтрации пылеватых и глинистых грунтов определяют при заданных давлении на грунт и переменном градиенте напора с пропуском воды сверху вниз или снизу-вверх, при предварительном насыщении образца грунта водой снизу вверх без возможности его набухания. Коэффициент фильтрации определялся на приборе КФ-00М.

Физико-механические свойства грунтов были выполнены ГОСТ 12248-2010. Характеристики прочности и деформированности выполнялись как при природной влажности, так и в водонасыщенном состоянии.

Характеристики деформационных свойств дисперсных грунтов определялись методом компрессионного сжатия. Испытание грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения коэффициента сжимаемости m_0 , модуля деформации E . Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах, исключающих возможность бокового расширения образца грунта при его нагружении вертикальной нагрузкой. На каждой ступени нагружения образца грунта снимают отсчеты по приборам для измерения вертикальных деформаций в определенные интервалы времени до условной стабилизации деформации образца.

Прочностные характеристики дисперсных грунтов определялись методом не консолидированного среза при естественной влажности и медленного консолидированного сдвига с замачиванием. Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

По измеренным в процессе испытания значениям касательной и нормальной нагрузок вычисляют касательные и нормальные напряжения τ и σ , Мпа/ Определение τ необходимо проводить не менее чем при трех различных значениях давления p .



Рисунок 2.3 – Прибор для определения одноплоскостного среза и простого сдвига

Свободное набухание грунтов определено по ГОСТ 12248.6-2020 испытанием одиночного образца грунта на приборе ПНГ.

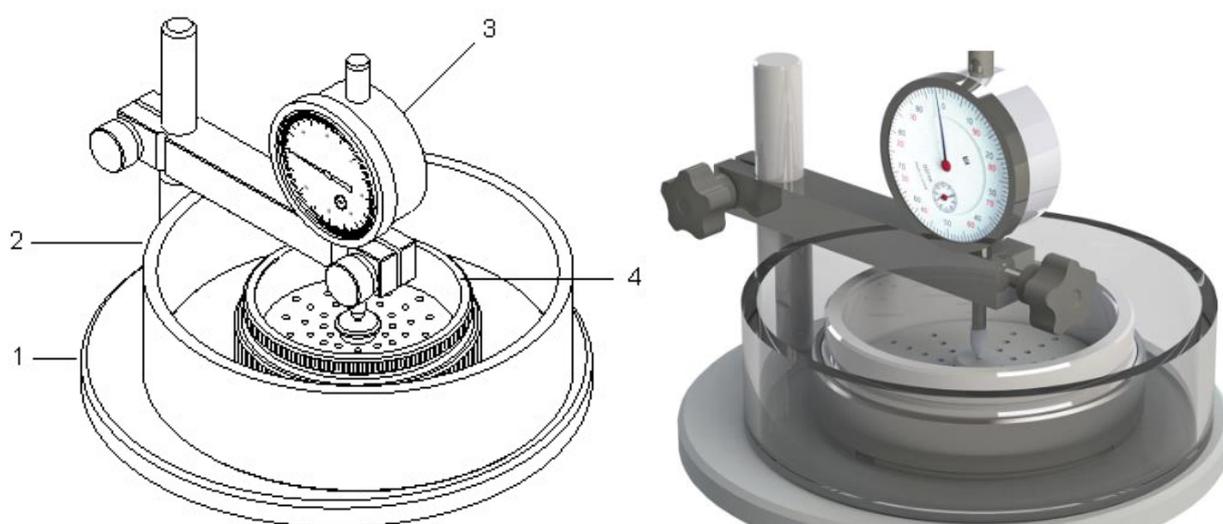


Рисунок 2.4 - Прибор ПНГ для изучения набухания грунтов: 1 – основание; 2 – сосуд; 3 – индикатор часового типа ИЧ10; 4 – форма

Свободное набухание в приборах ПНГ определяется следующим образом:

Отделить кольцо с грунтом от общей массы монолита, срезать излишки грунта вровень с нижним краем кольца. Поместить собранный прибор в ванночку, установить индикатор, записать в рабочий журнал показания индикатора и в дальнейшем принимать его за начальное. Налить воды в ванночку так, чтобы ее уровень не превышал высоту грунта. В течении опыта воду надо подливать по мере ее испарения. Показания индикатора записываются в рабочий журнал через 5 минут после подачи воды, 30 минут, 60 минут, далее через каждый час в течение 6 часов, на следующие сутки – два раза, затем один раз в сутки до окончания опыта. Опыт по определению величины свободного набухания в приборах ПНГ считается законченным, если показания индикатора в течение суток изменились не более чем на 0,05мм [23].

Давление набухания, которое возникает при отсутствии объемной деформации находящегося под водой набухающего грунта, определяют косвенным и прямым методами. По косвенному методу, или методу арретирного хода, определяют конечную величину давления набухания, а по прямому методу – изменение давления набухания во времени. В обоих случаях опыт проводят в компрессионных приборах [23].



Рисунок 2.5 – Компрессионный прибор

Прямой метод определения давления набухания основан на принципе компенсации объемной деформации разбухания – сохранения объема находящегося под водой образца грунта. Для сохранения объема испытываемого грунта неизменным в течении всего эксперимента к нему постепенно прикладывают внешнюю нагрузку, приводящую образец в исходное положение. Неизменность объема образца контролируется нулевым положением стрелки индикатора. Внешняя нагрузка создается маятниковым, рычажным или винтовыми прессами. В первом случае величину приложенной к образцу нагрузки определяют по шкале прессы, а в двух последних случаях – динамометром, расположенным между образцом и винтом винтового прессы.

Критерием условной стабилизации деформаций свободного набухания или деформации набухания под нагрузкой при данной ступени давления следует принимать деформацию не более 0,01мм за 16 часов [23].



Рисунок 2.6 – Подготовка образца для испытания набухания под давлением





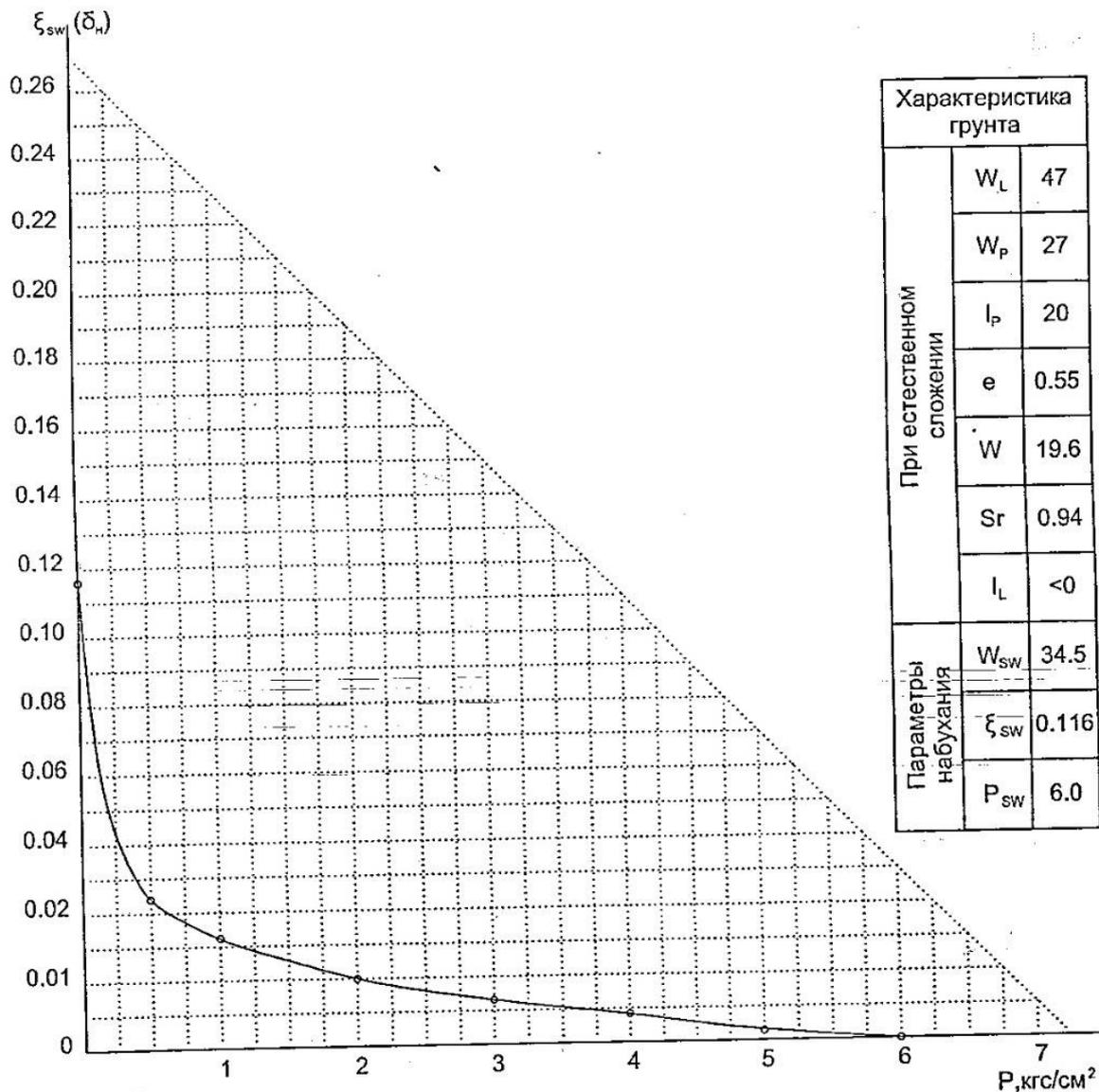
Рисунок 2.7 – Проведение испытания набухания под давлением в компрессионном приборе

В результате проведения опытов строится график зависимости набухания грунта от давления (рисунок 2.8) [23].

КОМПРЕССИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Вариант: Относительное набухание и давление набухания

Наименование объекта: Жилые дома в мкр. "Голубые пруды", зем. уч. 5/6 в г. Караганда
 Скв./Шурф № К9-19 Глубина отбора - 16.7 Лабор.№ 3396 Грунт: Глина



КОМПРЕССИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

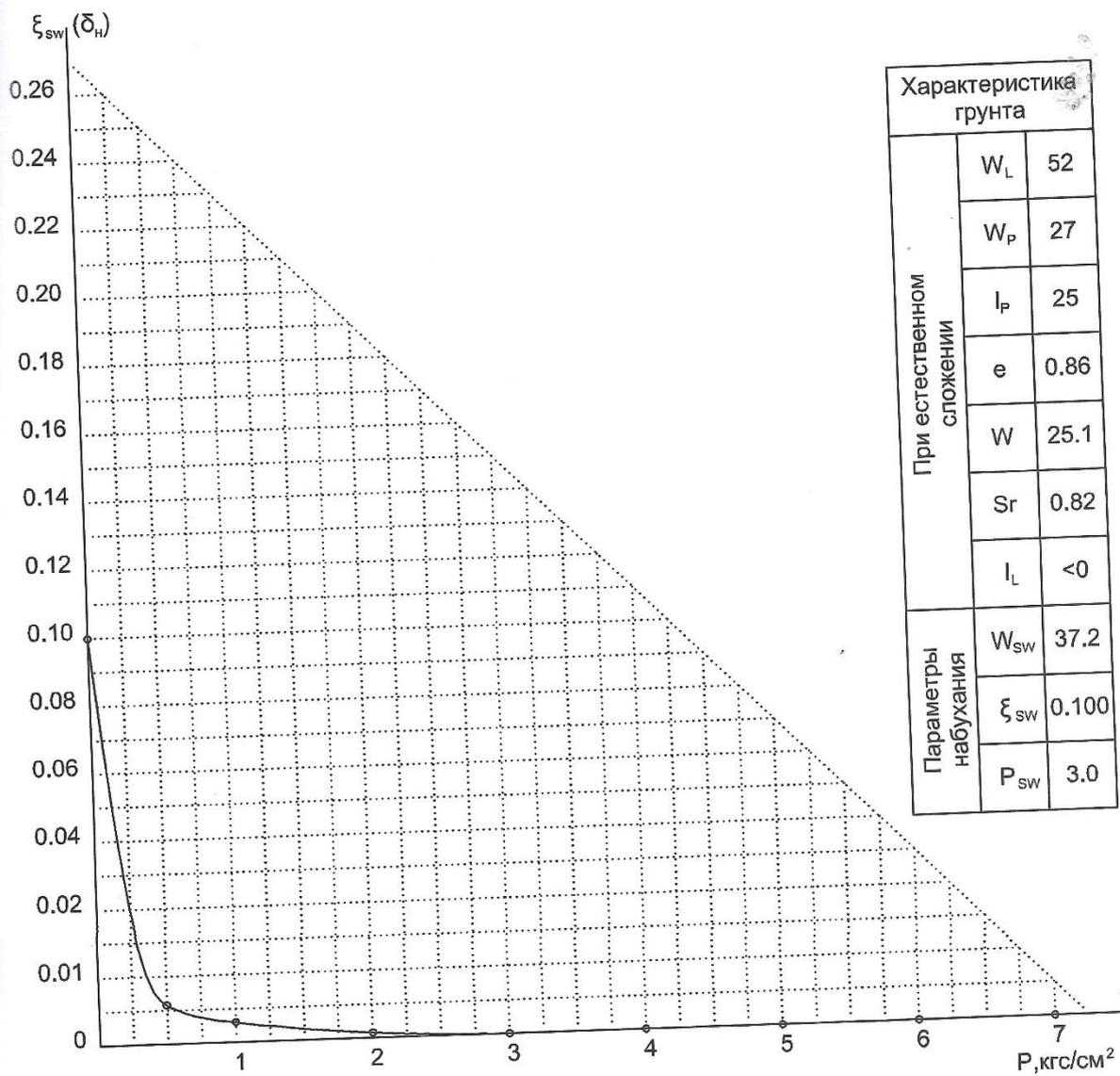
$P, \text{кгс/см}^2$	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
ξ_{sw}	0.0240	0.0162	0.0100	0.0066	0.0042	0.0014	0	

КОМПРЕССИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Вариант: Относительное набухание и давление набухания

Наименование объекта: Арселор Миттал Темиртау

Скв./Шурф № DP04 Глубина отбора - 2.0 Лабор. № 3517 Грунт: Глина



КОМПРЕССИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

$P, \text{кгс/см}^2$	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
ξ_{sw}	0.0058	0.0030	0.0008	0				

Рисунок 2.8 – График зависимости набухания грунта от давления

2.6 Физико-механические свойства грунтов

2.6.1 Характеристики физико-механических свойств Грунтов

По генезису на изучаемом участке выделены современные техногенные отложения ($t(Q_{IV})$), отложения аллювиального генезиса ($a(Q_{IV})$) и неогеновые отложения Аральской (Nar) и Павлодарской свиты (Npv).

Техногенные отложения по данным изысканий прошлых лет представлены супесью с включением дресвы и корневой системы, суглинком, суглинком щебенистым, суглинком дресвяным, щебенистым грунтом с супесчаным заполнителем, щебенистым грунтом с суглинистым заполнителем и щебенистым грунтом с глинистым заполнителем. Содержание щебенистого материала от 34 до 95% и дресвяного материала от 10 до 48%. Естественная влажность колеблется от 5,50 до 29,00%, в среднем 15,66%. Значение естественной плотности варьирует от 1,76 до 1,80 г/см³, в среднем 1,78 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 1,41 до 1,63 г/см³, в среднем 1,53 г/см³. Плотность частиц грунта варьирует от 2,58 до 2,62 г/см³, в среднем 2,60 г/см³. Коэффициент пористости изменяется от 0,600 до 0,830 д.ед., в среднем 0,688 д.ед. Коэффициент водонасыщения в среднем 0,60 д.ед.

Под техногенными грунтами залегают суглинки коричневого цвета. Естественная влажность колеблется от 12,75 до 24,65%, в среднем составляет 17,14%. Влажность на границе текучести изменяется от 21,75 до 39,50%, в среднем 27,53%. Влажность на границе раскатывания колеблется от 12,45 до 25,50%, в среднем составляет 17,50%. Плотность грунта при естественной влажности изменяется от 1,94 до 2,16 г/см³, в среднем составляет 2,05 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 1,62 до 1,91 г/см³, в среднем составляет 1,75 г/см³. Плотность частиц грунта изменяется от 2,67 до 2,75 г/см³, в среднем 2,71 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,430 до 0,681 д.ед., в среднем 0,555 д.ед. Степень влажности - 0,84 д.ед.

Неогеновые отложения Аральской свиты представлены глиной серо-зеленого цвета. Естественная влажность изменяется от 17,30 до 34,20 %, в среднем 26,13%. Влажность на границе текучести изменяется от 31,70 до 75,00%, в среднем

56,23%. Влажность на границе раскатывания колеблется от 13,50 до 37,00%, в среднем составляет 27,97%. Число пластичности изменяется от 18,00 до 42,00%, в среднем 28,26%. Плотность грунта при естественной влажности изменяется от 1,83 до 2,16 г/см³, в среднем составляет 1,98 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 1,41 до 1,84 г/см³, в среднем составляет 1,58 г/см³. Плотность частиц грунта изменяется от 2,60 до 2,85 г/см³, в среднем 2,74 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,490 до 0,980 д.ед., в среднем 0,740 д.ед. Пористость варьирует от 32,96 до 49,46 д.ед, в среднем составляет 42,36 д.ед. Полная влагоемкость изменяется от 0,18 до 0,35 д.ед., в среднем 0,27 д.ед. Степень влажности – 0,96 д.ед. Сила сцепления изменяется от 40,00 до 120,00 кПа, в среднем составляет 70,79 кПа. Угол внутреннего трения варьирует от 4,00 до 24,00 градуса, в среднем 15,32 градуса. Модуль деформации изменяется от 9,77 до 16,00 МПа, в среднем составляет 12,30 МПа. Величина набухания изменяется от 0,012 до 0,297 д.ед., в среднем 0,117 д.ед. Влага набухания варьирует от 27,70 до 52,50 %, в среднем 40,18%.

Также неогеновые отложения Аральской свиты представлены суглинком серо-красного цвета. Естественная влажность изменяется от 13,60 до 20,60 %, в среднем 18,16%. Влажность на границе текучести изменяется от 32,00 до 52,00%, в среднем 39,86%. Влажность на границе раскатывания колеблется от 19,00 до 35,00%, в среднем составляет 25,26%. Число пластичности изменяется от 12,00 до 17,00%, в среднем 14,61%. Плотность грунта при естественной влажности изменяется от 2,00 до 2,16 г/см³, в среднем составляет 2,08 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 1,69 до 1,84 г/см³, в среднем составляет 1,76 г/см³. Плотность частиц грунта изменяется от 2,66 до 2,80 г/см³, в среднем 2,73 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,490 до 0,610 д.ед., в среднем 0,550 д.ед. Пористость варьирует от 32,95 до 37,95 д.ед, в среднем составляет 35,33 д.ед. Полная влагоемкость изменяется от 0,18 до 0,22 д.ед., в среднем 0,20 д.ед. Степень влажности – 0,91 д.ед. Сила сцепления изменяется от 31,00 до 47,00 кПа, в среднем составляет 37,83 кПа. Угол внутреннего трения варьирует от 24,00 до 26,00 градуса, в среднем 24,83 градуса. Модуль деформации изменяется от 12,42 до 13,43 МПа, в среднем составляет 12,94

МПа. Величина набухания составляет 0,139 д.ед. Влага набухания составляет 27,90%.

Неогеновые отложения Павлодарской свиты представлены глиной серого цвета. Естественная влажность изменяется от 14,80 до 36,20 %, в среднем 26,38%. Влажность на границе текучести изменяется от 40,00 до 77,00%, в среднем 56,16%. Влажность на границе раскатывания колеблется от 20,00 до 43,00%, в среднем составляет 29,84%. Число пластичности изменяется от 16,90 до 39,00%, в среднем 26,43%. Плотность грунта при естественной влажности изменяется от 1,70 до 2,16 г/см³, в среднем составляет 1,96 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 1,26 до 1,88 г/см³, в среднем составляет 1,55 г/см³. Плотность частиц грунта изменяется от 2,00 до 2,87 г/см³, в среднем 2,69 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,450 до 1,220 д.ед., в среднем 0,740 д.ед. Пористость варьирует от 26,50 до 54,84 д.ед, в среднем составляет 42,17 д.ед. Полная влагоемкость изменяется от 0,16 до 0,44 д.ед., в среднем 0,27 д.ед. Степень влажности – 0,96 д.ед. Сила сцепления изменяется от 33,00 до 244,00 кПа, в среднем составляет 101,23 кПа. Угол внутреннего трения варьирует от 1,00 до 17,00 градуса, в среднем 8,85 градуса. Модуль деформации изменяется от 8,06 до 44,38 МПа, в среднем составляет 17,48 МПа. Величина набухания изменяется от 0,028 до 0,246 д.ед., в среднем 0,104 д.ед. Влага набухания варьирует от 32,00 до 50,30 %, в среднем 39,24%.

Также неогеновые отложения Павлодарской свиты представлены суглинком серого цвета. Естественная влажность изменяется от 13,60 до 23,00 %, в среднем 15,97%. Влажность на границе текучести изменяется от 26,00 до 38,00%, в среднем 34,56%. Влажность на границе раскатывания колеблется от 19,00 до 27,40%, в среднем составляет 22,06%. Число пластичности изменяется от 7,00 до 18,00%, в среднем 13,13%. Плотность грунта при естественной влажности изменяется от 1,94 до 2,03 г/см³, в среднем составляет 1,97 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 1,59 до 1,77 г/см³, в среднем составляет 1,70 г/см³. Плотность частиц грунта изменяется от 2,64 до 2,86 г/см³, в среднем 2,70 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,510 до 0,670 д.ед., в среднем 0,590 д.ед. Пористость варьирует от 34,09 до 40,00 д.ед, в среднем составляет 37,03 д.ед. Полная влагоемкость изменяется

от 0,19 до 0,25 д.ед., в среднем 0,22 д.ед. Степень влажности – 0,73 д.ед. Сила сцепления изменяется от 22,00 до 143,00 кПа, в среднем составляет 65,71 кПа. Угол внутреннего трения варьирует от 10,00 до 20,00 градуса, в среднем 13,86 градуса. Модуль деформации изменяется от 10,69 до 20,00 МПа, в среднем составляет 13,86 МПа. Величина набухания составляет 0,163 д.ед. Влага набухания составляет 42,90%.

2.6.2 Анализ результатов статистической обработки лабораторных исследований

Важным разделом статистического анализа является корреляционный анализ, служащий для выявления взаимосвязей между выборками. Выявление взаимосвязей - одна из наиболее распространенных задач статистического исследования состоит в изучении связи между некоторыми переменными. Знание взаимозависимостей отдельных характеристик дает возможность решать одну из кардинальных задач любого научного исследования: возможность предвидеть, прогнозировать развитие ситуации при изменении конкретных характеристик объекта исследования.

Корреляционный анализ состоит в определении степени связи между двумя случайными величинами X и Y . В качестве меры такой связи используется коэффициент корреляции. Коэффициент корреляции оценивается по выборке объема связанных пар наблюдений (x_i, y_i) из совместной генеральной совокупности X и Y . Коэффициент корреляции (R, r) - параметр, характеризующий степень линейной взаимосвязи между двумя выборками. Коэффициент корреляции изменяется от -1 (строгая обратная линейная зависимость) до 1 (строгая прямая пропорциональная зависимость). При значении 0 линейной зависимости между двумя выборками нет. Здесь под прямой зависимостью понимают зависимость, при которой увеличение или уменьшение значения одного признака ведет, соответственно, к увеличению или уменьшению второго. При обратной зависимости увеличение одного признака приводит к уменьшению второго и наоборот [24].

Исходя из вышеизложенного в работе было исследовано 10 объектов, 242 пробы ненарушенной структуры. По данным таблицы 2.1 между показателями физико-механических свойств (плотность, плотность сухого грунта, число пластичности, влажность, пористость, коэффициент пористости, полная влагоемкость, величина набухания и влага набухания) выявлены значимые взаимосвязи. Все зависимости являются прямыми, при увеличении одной характеристики увеличивается и зависимая характеристика.

Таблица 2.1 – Корреляционная зависимость данных лабораторных исследований

	Корреляции (Лист1 в База данных.stw)Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < ,05000$																			
	Глубина отбора, м	Влажность W, %	Влажность границы текучести и Wl, %	Влажность границы раскатывания Wp, %	Число пластичности Ip*	Показатель текучести IL*	Плотность ρ , г/см ³	сухого грунта ρ_d , г/см ³	частиц грунта ρ_s^* г/см ³	Пористость n^* , д.ед.	Коэффициент пористости e^* д.ед.	Полная влагоемкость W_p^* , д.ед.	Степень влажности S_r^* , д.ед.	Сила сцепления, КПа	Угол внутреннего трения, град	Модуль деформации, МПа	Величина набухания, д.е	Влага набухания, %	Органические в-в (гумус) %	Удельное сопротивление, Ом*м
Глубина отбора, м	1,00																			
Влажность W, %	-0,49	1,00																		
Влажность границы текучести Wl, %	-0,25	0,65	1,00																	
Влажность границы раскатывания Wp, %	-0,15	0,62	0,76	1,00																
Число пластичности Ip*	-0,28	0,53	0,90	0,44	1,00															
Показатель текучести IL*	-0,44	0,59	0,19	-0,19	0,38	1,00														
Плотность ρ , г/см ³	0,45	-0,70	-0,51	-0,59	-0,37	-0,21	1,00													
сухого грунта ρ_d , г/см ³	0,50	-0,92	-0,65	-0,68	-0,50	-0,42	0,92	1,00												
частиц грунта ρ_s^* г/см ³	-0,12	0,06	0,07	0,00	0,03	0,05	0,11	0,03	1,00											
Пористость n^* , д.ед.	-0,50	0,86	0,62	0,62	0,47	0,41	-0,79	-0,90	0,40	1,00										
Коэффициент пористости e^* д.ед.	-0,49	0,87	0,61	0,61	0,47	0,41	-0,79	-0,90	0,34	0,97	1,00									
Полная влагоемкость W_p^* , д.ед.	-0,49	0,90	0,62	0,64	0,49	0,42	-0,85	-0,95	0,17	0,94	0,98	1,00								
Степень влажности S_r^* , д.ед.	-0,02	0,47	0,31	0,18	0,30	0,50	0,17	-0,17	-0,12	0,11	0,15	1,00								
Сила сцепления, КПа	0,20	-0,03	-0,04	-0,05	-0,02	0,02	0,27	0,19	0,14	-0,13	-0,12	-0,13	0,07	1,00						
Угол внутреннего трения, град	-0,01	-0,37	-0,17	-0,15	-0,15	-0,23	0,27	0,34	0,17	-0,28	-0,29	-0,32	-0,21	-0,64	1,00					
Модуль деформации, МПа	0,32	-0,02	0,01	0,07	-0,04	-0,04	0,23	0,12	0,17	-0,06	-0,06	-0,08	0,16	0,10	0,00	1,00				
Величина набухания, д.е	0,50	0,04	0,19	0,10	0,16	0,00	0,16	0,07	-0,06	-0,07	-0,06	-0,05	0,37	0,14	-0,41	-0,03	1,00			
Влага набухания, %	0,07	0,51	0,56	0,38	0,55	0,13	-0,30	-0,42	0,04	0,37	0,38	0,40	0,21	0,58	-0,63	-0,17	0,46	1,00		
Органические в-в (гумус) %	-0,65	0,17	-0,03	-0,17	0,04	0,27	0,42	0,19	-0,15	-0,26	-0,80	-0,77	0,31				-0,31	-0,25	1,00	
Удельное сопротивление, Ом*м	0,22	0,18	-0,09	-0,18	0,02	0,36	-0,01	-0,09	0,32	0,17	0,21	0,18	-0,06	-0,24	0,29	0,39	-0,07	-0,36	-0,36	1,00

Физико-механические характеристики для глин и суглинков Аральской и Павлодарской свиты приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Сводная таблица физико-механических свойств глин и суглинков Аральской и Павлодарской свиты

Наименование характеристик	Единица измерения	Кол-во определений	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение
Глины (Nar)					
Влажность, W	%	78	17,30	34,20	26,13
Влажность границы текучести, W _l	%	78	31,70	75,00	56,23
Влажность границы раскатывания, W _p	%	78	13,50	37,00	27,97
Число пластичности, I _p	%	78	18,00	42,00	28,26
Плотность, ρ	г/см ³	78	1,83	2,16	1,98
Плотность сухого грунта, ρ _d	г/см ³	78	1,41	1,84	1,58
Плотность частиц грунта, ρ _S	г/см ³	78	2,60	2,85	2,74
Пористость, n	д.е.	78	32,96	49,46	42,36
Коэффициент пористости, e	д.е.	78	0,490	0,980	0,743
Полная влагоемкость, W _n	д.е.	78	0,18	0,35	0,27
Степень влажности, S _r	д.е.	78	0,71	1,01	0,96
Сила сцепления, c	КПа	78	40,00	120,00	71,79
Угол внутреннего трения, φ	градус	78	4,00	24,00	15,32
Модуль деформации, E	МПа	78	9,77	16,00	12,30
Величина набухания, ε	д.е.		0,012	0,297	0,117
Влага набухания	%		27,70	52,50	40,18
Суглинки (Nar)					
Влажность, W	%	10	13,60	20,60	18,16
Влажность границы текучести, W _l	%	10	32,00	52,00	39,86
Влажность границы раскатывания, W _p	%	10	19,00	35,00	25,26
Число пластичности, I _p	%	10	12,00	17,00	14,61
Плотность, ρ	г/см ³	10	2,00	2,16	2,08
Плотность сухого грунта, ρ _d	г/см ³	10	1,69	2,16	1,76
Плотность частиц грунта, ρ _S	г/см ³	10	2,66	2,80	2,73
Пористость, n	д.е.	10	32,95	37,95	35,53
Коэффициент пористости, e	д.е.	10	0,490	0,612	0,548
Полная влагоемкость, W _n	д.е.	10	0,18	0,22	0,20
Степень влажности, S _r	д.е.	10	0,75	0,97	0,91

Сила сцепления, с	КПа	10	31,00	47,00	37,83
Угол внутреннего трения, φ	градус	10	24,00	26,00	24,83
Модуль деформации, E	МПа	10	12,42	13,43	12,94
Величина набухания, ε	д.е.	10	0,14	0,14	0,14
Влага набухания	%	10	27,90	27,90	27,90
Глины (Npv)					
Влажность, W	%	147	14,80	36,20	26,38
Влажность границы текучести, Wl	%	147	40,00	77,00	56,16
Влажность границы раскатывания, Wp	%	147	20,00	43,00	29,84
Число пластичности, Ip	%	147	16,90	39,00	26,43
Плотность, ρ	г/см ³	147	1,70	2,16	1,96
Плотность сухого грунта, ρd	г/см ³	147	1,26	1,88	1,55
Плотность частиц грунта, ρS	г/см ³	147	2,00	2,87	2,69
Пористость, n	д.е.	147	26,50	54,84	42,17
Коэффициент пористости, e	д.е.	147	0,450	1,220	0,735
Полная влагоемкость, Wn	д.е.	147	0,16	0,44	0,27
Степень влажности, Sg	д.е.	147	0,81	1,15	0,96
Сила сцепления, с	КПа	147	33,00	244,00	101,23
Угол внутреннего трения, φ	градус	147	1,00	17,00	8,85
Модуль деформации, E	МПа	147	8,06	44,38	17,48
Величина набухания, ε	д.е.	147	0,028	0,246	0,104
Влага набухания	%	147	32,00	50,30	39,24
Суглинки (Npv)					
Влажность, W	%	7	13,60	23,00	15,97
Влажность границы текучести, Wl	%	7	26,00	38,00	34,56
Влажность границы раскатывания, Wp	%	7	19,00	27,40	22,06
Число пластичности, Ip	%	7	7,00	18,00	13,13
Плотность, ρ	г/см ³	7	1,94	2,03	1,97
Плотность сухого грунта, ρd	г/см ³	7	1,59	1,77	1,70
Плотность частиц грунта, ρS	г/см ³	7	2,64	2,86	2,70
Пористость, n	д.е.	7	34,09	40,00	37,03
Коэффициент пористости, e	д.е.	7	0,510	0,672	0,589
Полная влагоемкость, Wn	д.е.	7	0,19	0,25	0,22
Степень влажности, Sg	д.е.	7	0,66	0,91	0,73
Сила сцепления, с	КПа	7	22,00	143,00	65,71
Угол внутреннего трения, φ	градус	7	10,00	20,00	13,86
Модуль деформации, E	МПа	7	10,69	12,96	11,70
Величина набухания, ε	д.е.	7	0,16	0,16	0,16
Влага набухания	%	7	42,90	42,90	42,90

По данным таблицы 2.2 видно, что глины Аральской и Павлодарской свиты схожи по физическим и механическим характеристикам. Значения модуля деформации глин Аральской свиты выше значений глин Павлодарской свиты. По среднему значению степени набухания глин Аральской свиты – сильнонабухающие, Павлодарской свиты – средненабухающие. По анализу данных суглинков Аральской и Павлодарской свиты можно сделать выводы, что физико-механические свойства практически идентичны. По степени набухания являются сильнонабухающими.

По данным статистической обработки выявленные взаимосвязи позволили построить приведенные ниже графики зависимости и провести их анализ. Набухающие грунты характеризуются большим содержанием глинистых частиц и высокими значениями влажности на границе текучести и числа пластичности; при этом природная влажность их менее влажности на границе раскатывания.

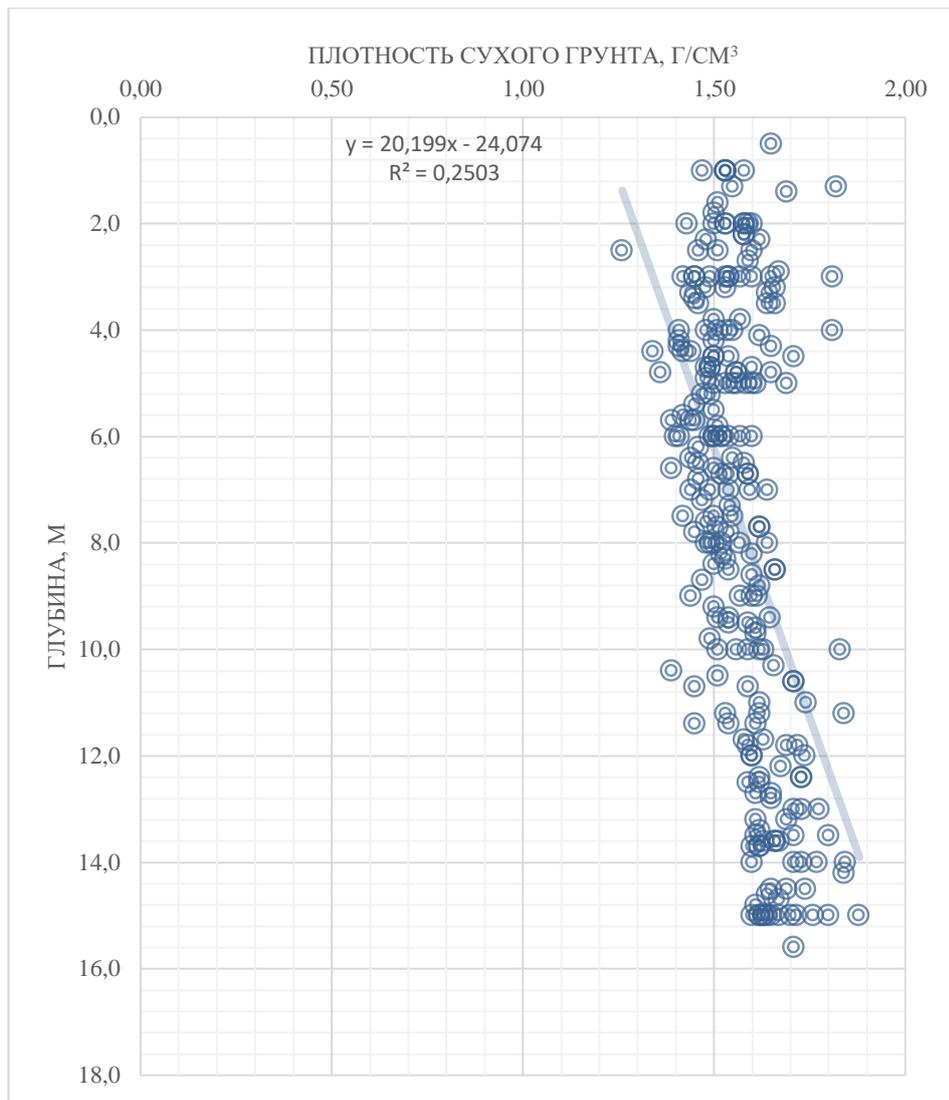


Рисунок 2.9 – Зависимость плотности сухого грунта от глубины

На рисунке 2.9 приведен график зависимости плотности сухого грунта от глубины. Наблюдается прямая зависимость коэффициент корреляции $R^2=0,25$. По данному графику мы видим, что плотность сухого грунта увеличивается с глубиной.

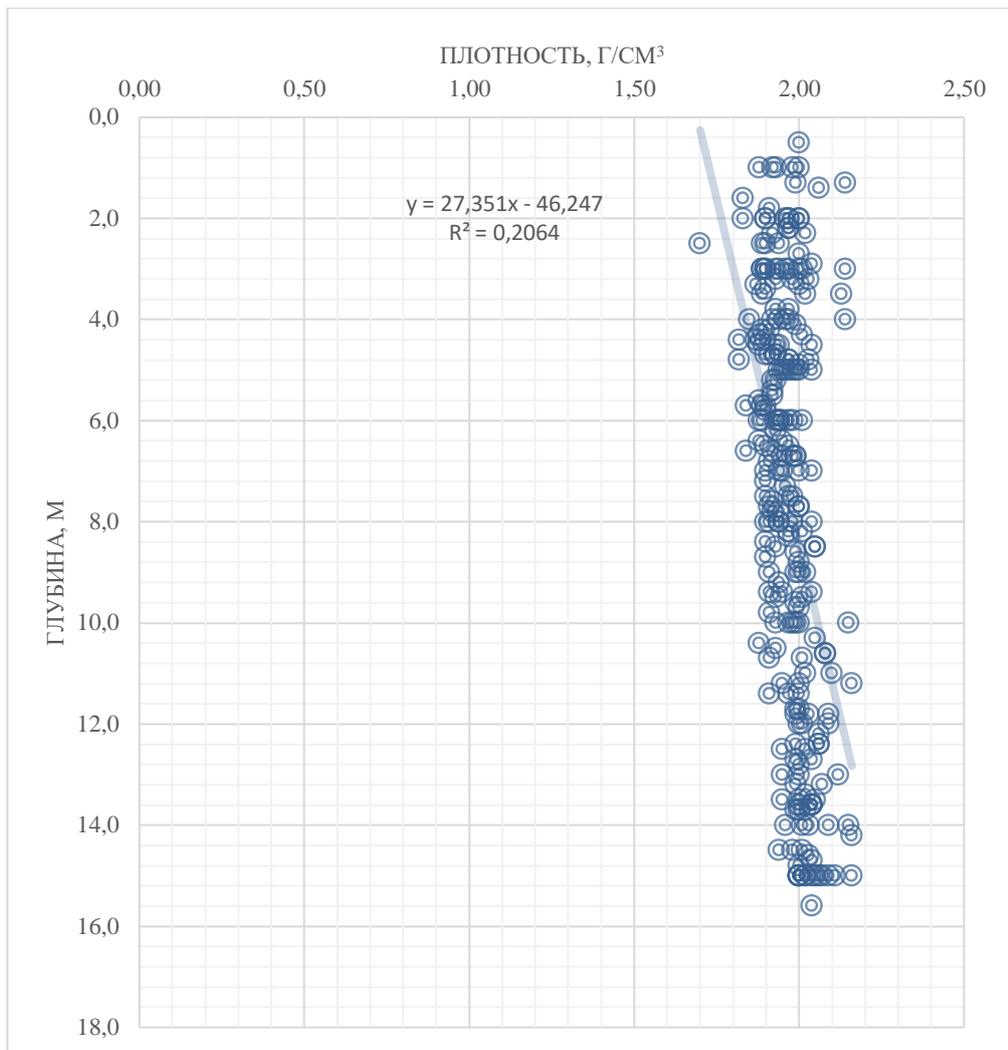


Рисунок 2.10 – Зависимость плотности от глубины

Зависимость плотности от глубины показана на рисунке 2.10. Наблюдается прямая зависимость коэффициент корреляции $R^2=0,21$. Значение плотности грунта увеличивается с увеличением глубины.

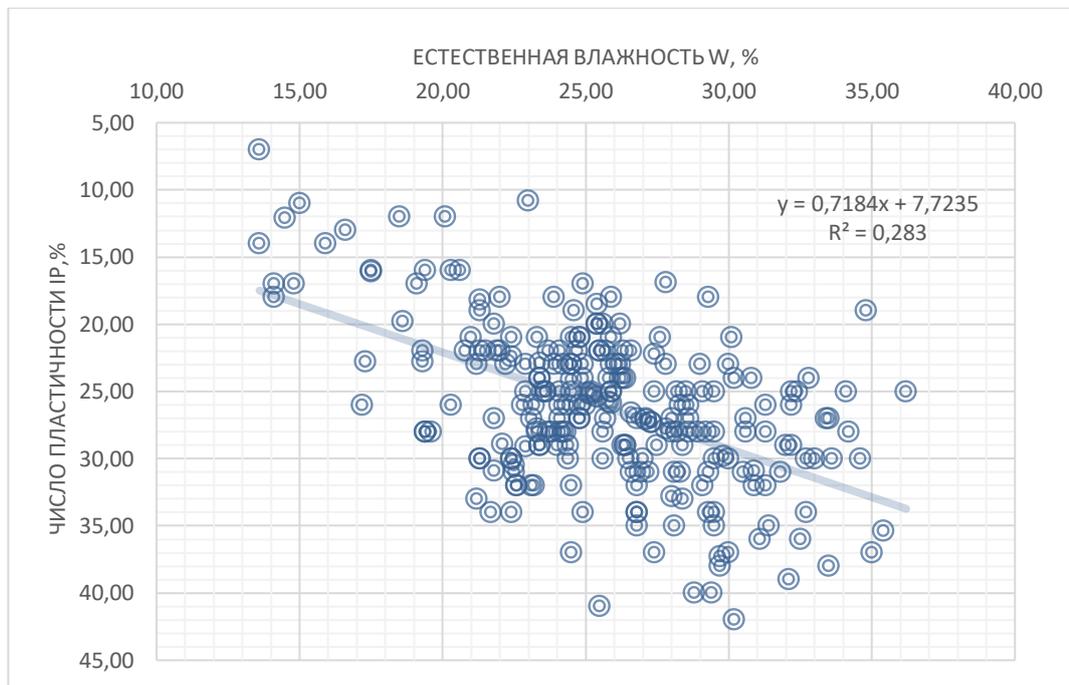


Рисунок 2.11 – Зависимость числа пластичности от влажности

Зависимость числа пластичности от естественной влажности показана на графике 2.11. Коэффициент корреляции $R^2=0,28$, зависимость прямая. Анализируя график, мы видим, что число пластичности увеличивается с увеличением естественной влажности.

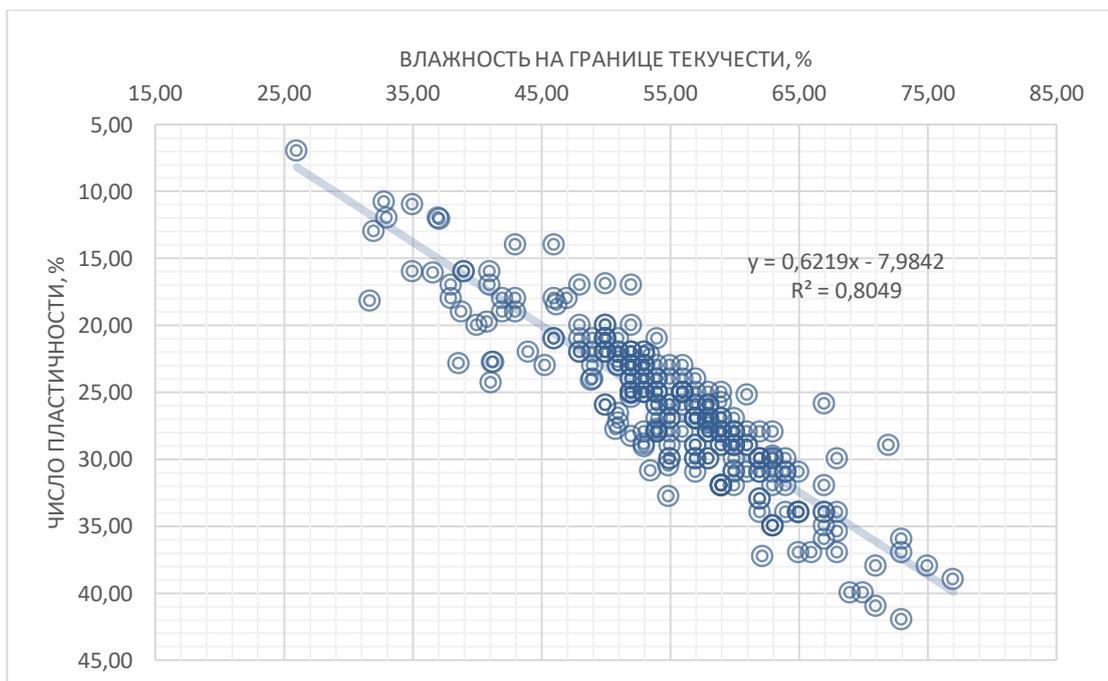


Рисунок 2.12 – Зависимость числа пластичности от влажности на границе текучести

На рисунке 2.12 приведен график зависимости числа пластичности от влажности на границе текучести. Анализируя график, мы видим, что зависимость прямая, коэффициент корреляции $R^2=0,80$. Число пластичности увеличивается с увеличением влажности на границе текучести.

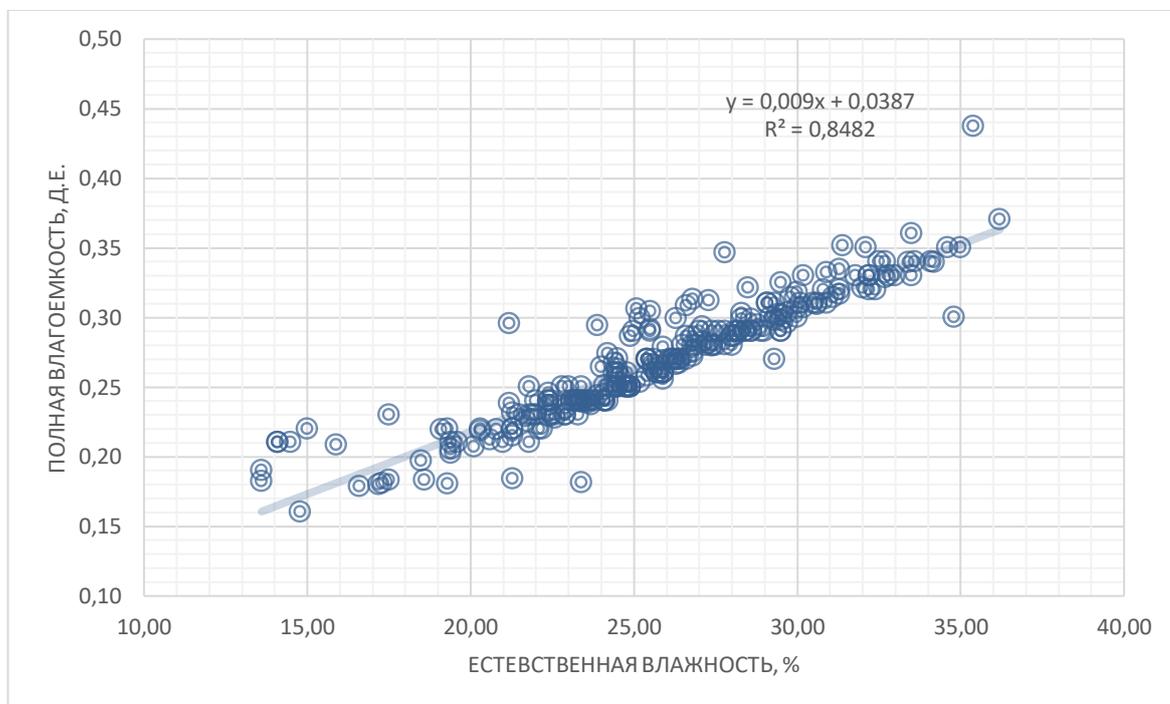


Рисунок 2.13 – Зависимость полной влагоемкости от естественной влажности

На рисунке 2.13 приведен график зависимости полной влагоемкости от естественной влажности. Зависимость прямая, коэффициент корреляции $R^2=0,84$. Полная влагоемкость - численно равна влажности грунта (весовой или объёмной) при полном заполнении всех его пор водой. Анализируя график, мы видим, что при увеличении естественной влажности увеличивается полная влагоемкость. Для набухающих грунтов полная влагоемкость является переменной величиной, зависящей от степени набухания грунта.

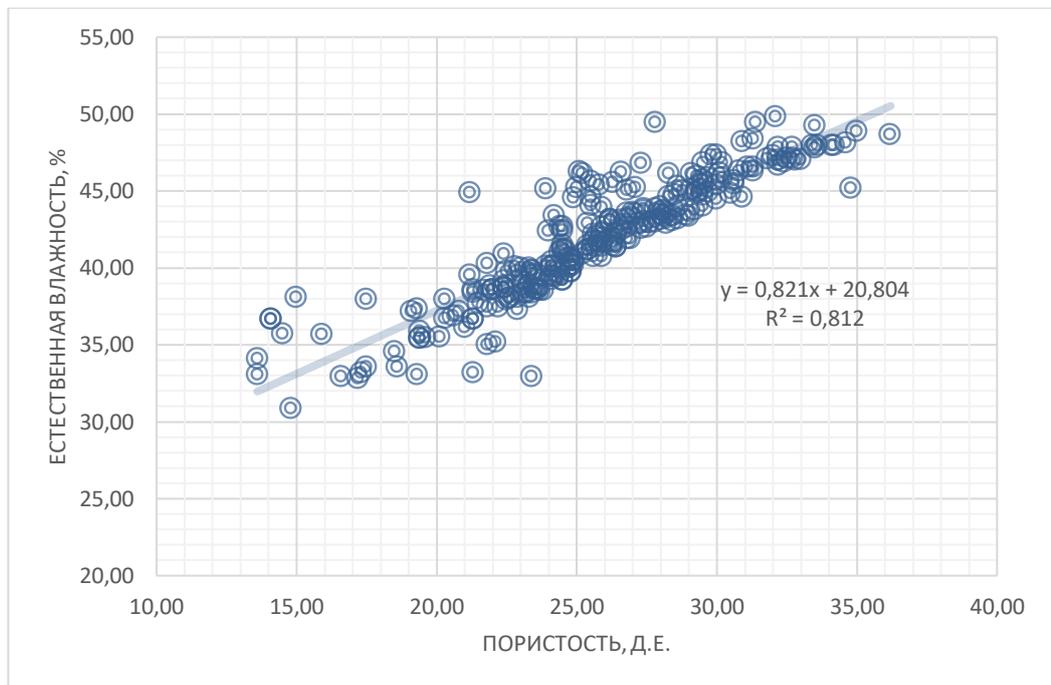


Рисунок 2.14 – Зависимость пористости от естественной влажности

Прямая зависимость пористости от естественной влажности показана на рисунке 2.14, при этом коэффициент корреляции $R^2=0,81$. При увеличении влажности увеличивается значение пористости.

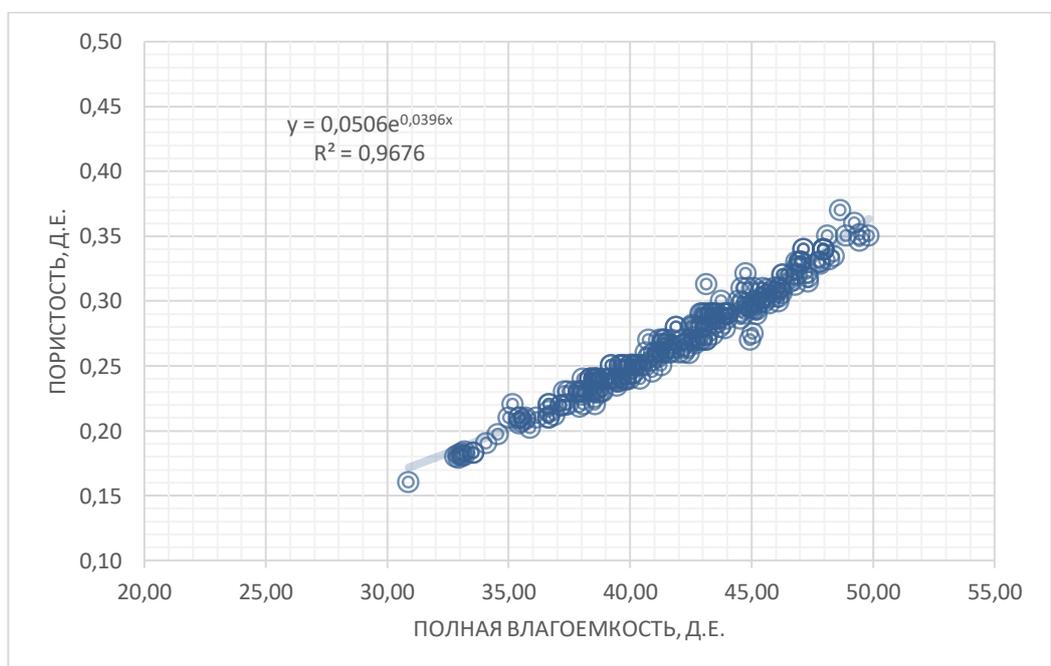


Рисунок 2.15 – Зависимость полной влагоемкости от пористости

На рисунке 2.15 приведен график зависимости пористости от полной. На данном графике мы наблюдаем прямую зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,97$. Величина полной влагоемкости примерно равна пористости породы. Если в грунте закрытые поры, то в этом случае полная объемная влагоемкость меньше пористости.

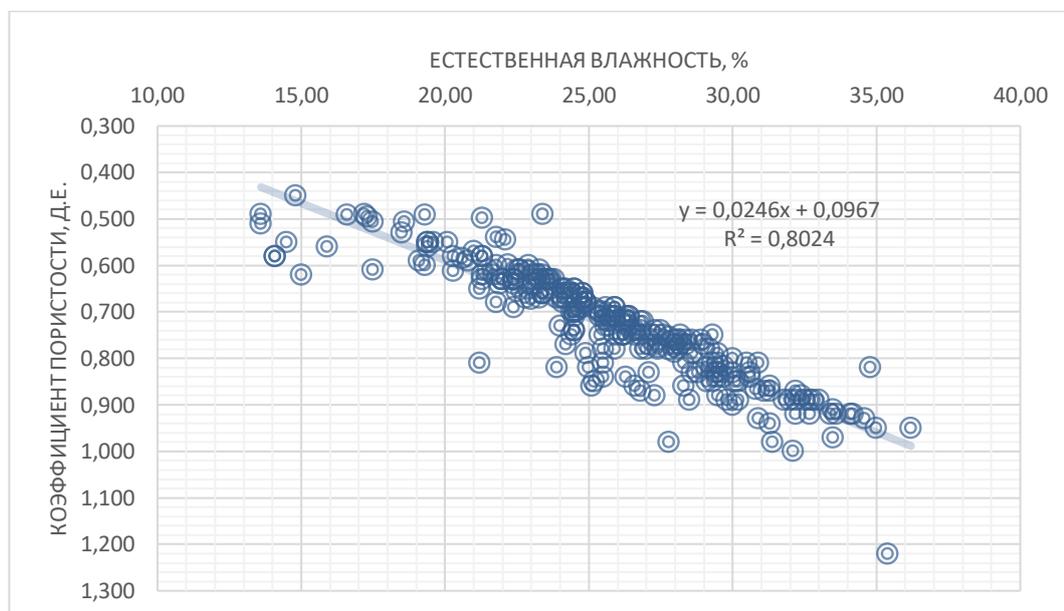


Рисунок 2.16 – Зависимость коэффициента пористости от естественной влажности

Анализируя график зависимости коэффициента пористости от естественной влажности, прослеживается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,80$. При увеличении естественной влажности увеличивается коэффициент пористости.

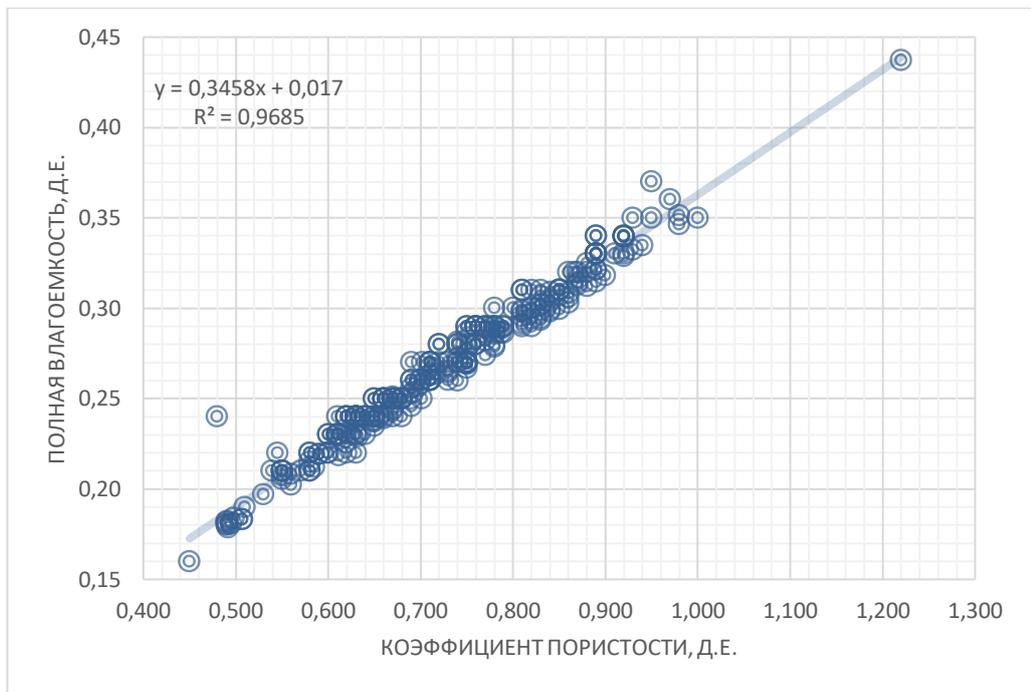


Рисунок 2.17 – Зависимость коэффициента пористости от полной влагоемкости

На графике зависимости коэффициента пористости от полной влагоемкости (рисунок 2.17) отслеживается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,97$. Полная влагоёмкость грунта - численно равна влажности грунта (весовой или объёмной) при полном заполнении всех его пор водой, соответственно, чем больше коэффициент пористости, тем больше полная влагоемкость.

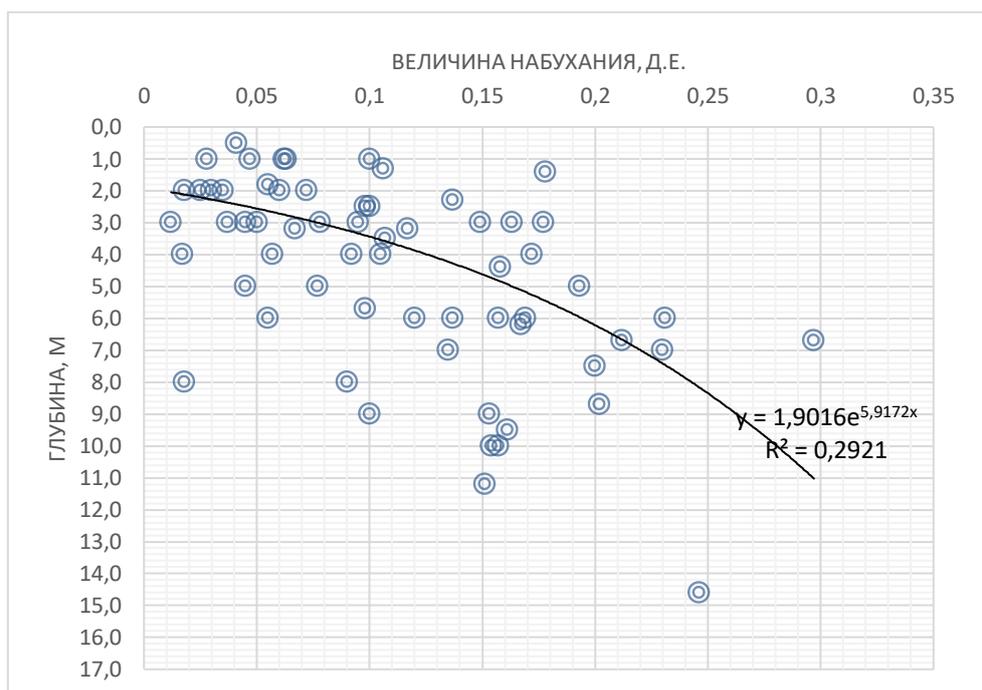


Рисунок 2.18 – Зависимость величины набухания от глубины

На рисунке 2.18 приведен график зависимости величины набухания от глубины. Наблюдается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,29$. С увеличением глубины увеличивается и набухание грунта.

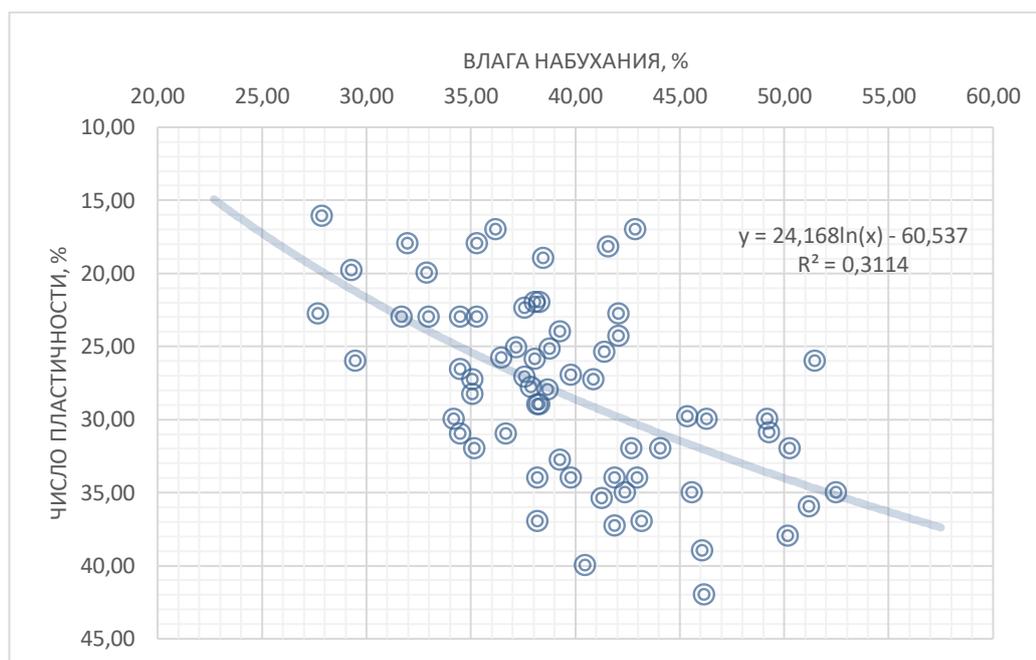


Рисунок 2.19 – Зависимость влаги набухания от числа пластичности

Анализируя график зависимости влаги набухания от числа пластичности, наблюдается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,31$. Набухающие грунты характеризуются высоким значением числа пластичности. Анализируя график можно установить, что при увеличении числа пластичности увеличивается и влага набухания.

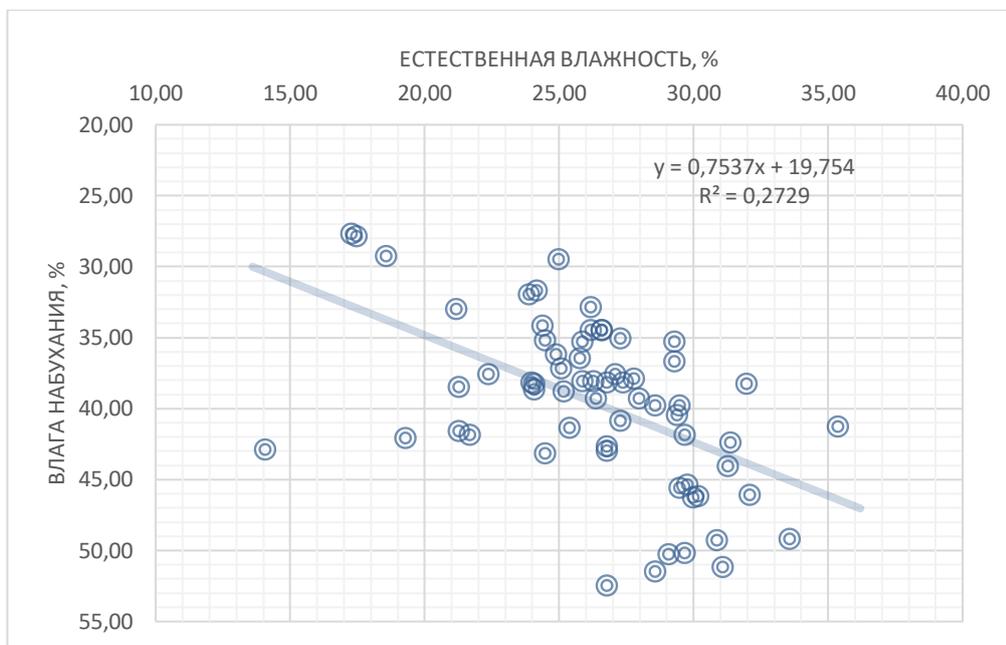


Рисунок 2.20 – Зависимость влаги набухания от влажности

На рисунке 2.20 приведен график зависимости влаги набухания от естественной влажности. Наблюдается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,27$. Анализируя график можно установить, что при увеличении естественной влажности увеличивается и влага набухания.

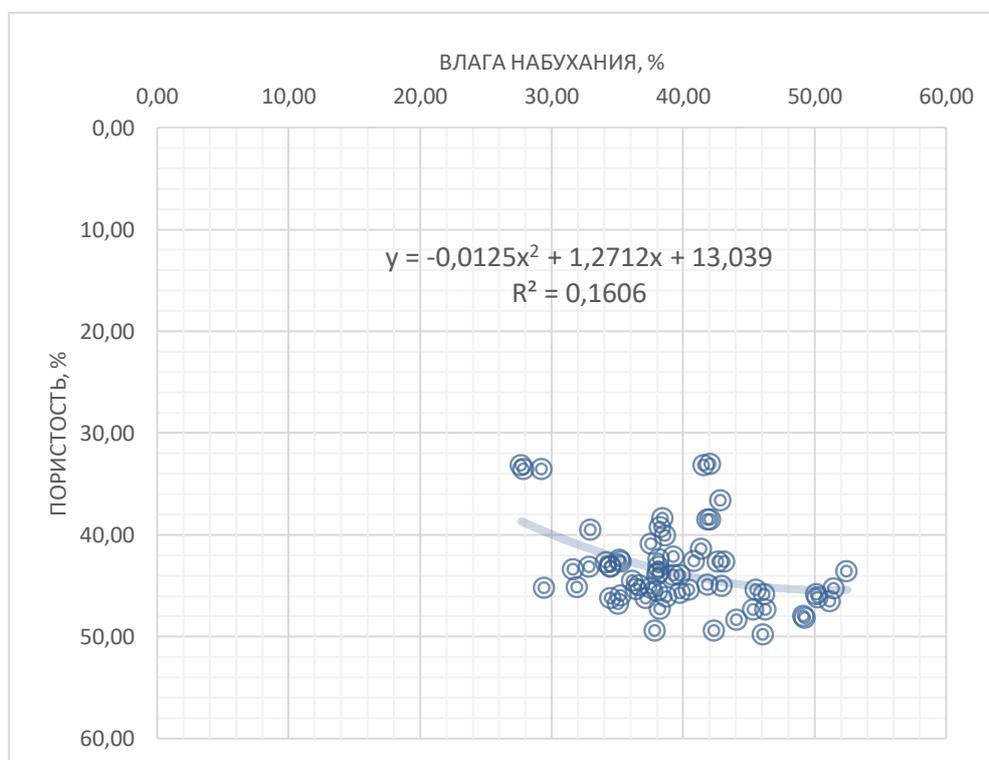


Рисунок 2.21– Зависимость влаги набухания от пористости

На графике зависимости влаги набухания от пористости (рисунок 2.21) наблюдается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,16$. По графику мы видим, что с увеличением пористости увеличивается влага набухания. Пористостью грунта называют отношение объема пор в грунте ко всему объему грунта, соответственно, чем больше пористость, тем выше влага набухания.

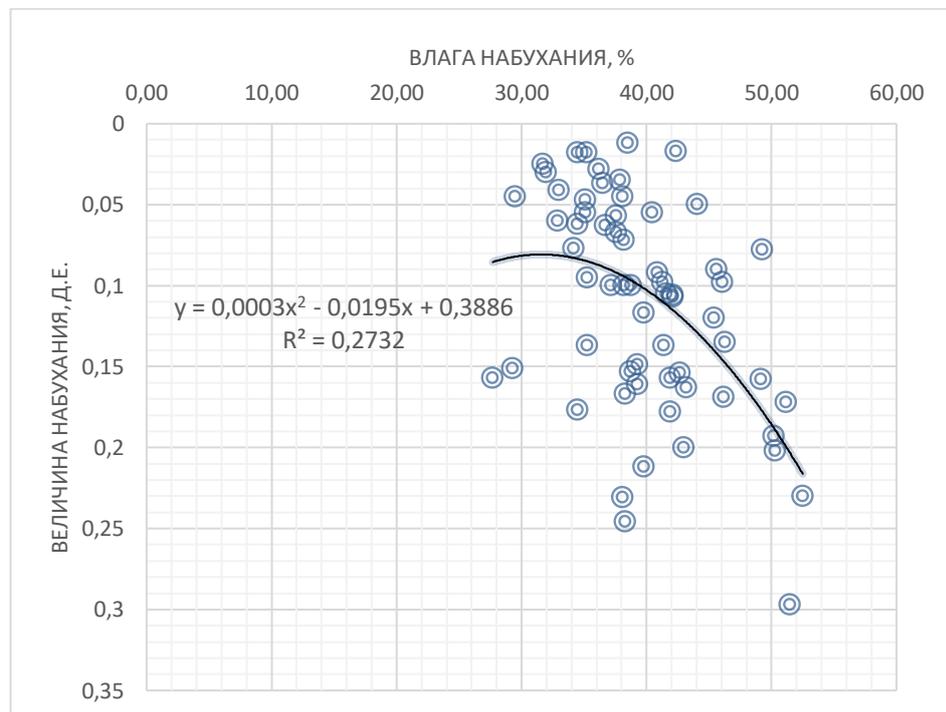


Рисунок 2.22 – Зависимость влаги набухания от величины набухания

График зависимости влаги набухания от величины набухания приведен на рисунке 2.22. По графику наблюдается прямая зависимость, коэффициент корреляции $R^2=0,27$. Анализируя график, мы видим, что чем выше влага набухания, тем выше величина набухания грунта.

По выявленным корреляционным взаимосвязям были построены приведенные выше графики зависимости и получены регрессионные уравнения, приведенные в таблице 2.3. Данные уравнения можно использовать при определении прогноза характеристик.

Таблица 2.3 – Регрессионные уравнения и коэффициент корреляции

Название	Уравнение	Коэффициент корреляции
Зависимость плотности сухого грунта от глубины	$y = 20,199x - 24,074$	$R^2 = 0,25$
Зависимость плотности от глубины	$y = 27,351x - 46,247$	$R^2 = 0,21$
Зависимость числа пластичности от влажности	$y = 0,7184x + 7,7235$	$R^2 = 0,28$
Зависимость числа пластичности от влажности на границе текучести	$y = 0,6219x - 7,9842$	$R^2 = 0,80$
Зависимость полной влагоемкости от естественной влажности	$y = 0,009x + 0,0387$	$R^2 = 0,85$
Зависимость пористости от естественной влажности	$y = 0,821x + 20,804$	$R^2 = 0,81$
Зависимость полной влагоемкости от пористости	$y = 0,0506e^{0,0396x}$	$R^2 = 0,97$
Зависимость коэффициента пористости от естественной влажности	$y = 0,0246x + 0,0967$	$R^2 = 0,80$
Зависимость коэффициента пористости от полной влагоемкости	$y = 0,3458x + 0,017$	$R^2 = 0,97$
Зависимость величины набухания от глубины	$y = 1,9016e^{5,9172x}$	$R^2 = 0,29$
Зависимость влаги набухания от числа пластичности	$y = 24,168\ln(x) - 60,537$	$R^2 = 0,31$
Зависимость влаги набухания от влажности	$y = 0,7537x + 19,754$	$R^2 = 0,27$
Зависимость влаги набухания от пористости	$y = -0,0125x^2 + 1,2712x + 13,039$	$R^2 = 0,16$
Зависимость влаги набухания от величины набухания	$y = 0,0003x^2 - 0,0195x + 0,3886$	$R^2 = 0,27$

Исходя из полученных зависимостей и построенных графиков можно

сделать выводы, что физико-механические характеристики и показатели набухания глинистых грунтов Аральской и Павлодарской свиты взаимосвязаны. По коэффициенту корреляции зависимости плотности сухого грунта от глубины, плотности от глубины, числа пластичности от влажности, величины набухания от глубины, влаги набухания от числа пластичности, влаги набухания от влажности, влаги набухания от пористости и влаги набухания от величины набухания зависимость слабая. Коэффициент корреляции изменяется от 0,16 до 0,29. Умеренную зависимость имеет зависимость влаги набухания от числа пластичности с коэффициентом корреляции равном 0,31. Зависимость числа пластичности от влажности на границе текучести, полной влагоемкости от естественной влажности, пористости от естественной влажности и коэффициента пористости от естественной влажности являются высокой зависимостью с коэффициентом корреляции от 0,80 до 0,85. Весьма высокую зависимость имеют зависимости полной влагоемкости от пористости и коэффициента пористости от полной влагоемкости с коэффициентом корреляции 0,97.

Набухание грунта изменяется с глубиной соответственно изменяется плотность сложения данного грунта. В большей части набухание грунта зависит от коэффициента пористости и пористости. Влага набухания в свою очередь зависит от набухания грунта и естественной влажности.

Чтобы провести классификацию и распределить пробы из разных объектов по более или менее однородным группам и установление соотношений между группами был проведен кластерный анализ, который позволил нам подразделить на отдельные группы исследуемые грунты, как показано на рисунке 2.23

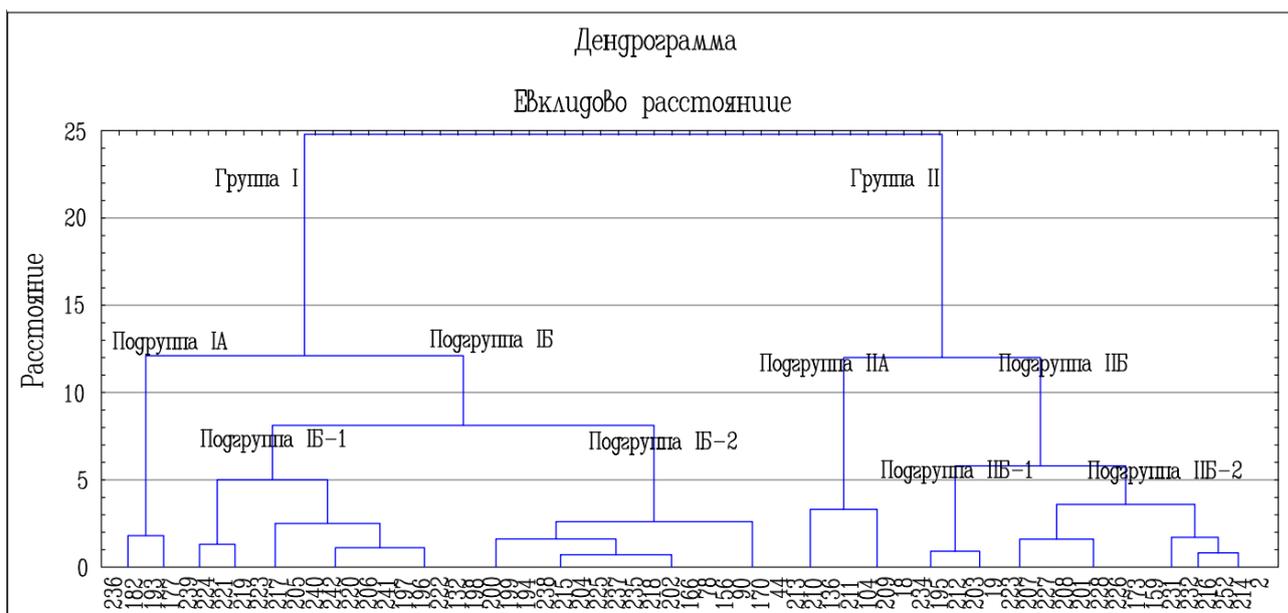


Рисунок 2.23 – Дендрограмма по результатам кластерного анализа для показателей набухания грунта и влаги набухания

Анализ проводится в несколько шагов:

Первый шаг анализа групп методом попарного объединения состоит в нахождении в корреляционной матрице небольших коэффициентов корреляции с целью выделения центров групп. Этот первый шаг в построении дендрограммы, или «дерева», позволяющего наглядно изобразить результаты разбивки на группы.

Далее матрица сходства должна быть вычислена снова, причем сгруппированные элементы при этом считаются одним элементом.

Построение групп является эффективным способом представления сложных соотношений между объектами. Однако процесс усреднения по элементам группы и их трактовка в качестве единственного нового объекта приводят к изменениям дендограммы. Это изменение становится все более очевидным по мере роста уровня усредняемых и объединяемых групп.

Наиболее существенные черты этого метода анализа групп заключается в следующем:

1. Коэффициент корреляции используется в качестве меры сходства.
2. Объединение группы начинается с объектов, имеющих наиболее высокие значения коэффициентов корреляции, характеризующих сходство.

3. Два объекта можно объединить только в том случае, если они имеют наивысшее значение коэффициента корреляции друг с другом.

4. После того как два объекта объединены в группу, их коэффициенты корреляции со всеми другими объектами усредняются [24].

По данным кластерного анализа было выделено две группы I и II. В группах I и II выделены подгруппы IA – IB и IIA и IIB. В группе II выделены подгруппы IIA и IIB. Подгруппа IIB подразделяется на подгруппы IIB-1 и IIB-2. Минимальные, максимальные и средние значения подгрупп приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Минимальные, максимальные и средние значения подгрупп

		Набухание грунта	Влага набухания	Набухание грунта	Влага набухания
Подгруппа IA	минимальное значение	0,045	27,7		
	максимальное значение			0,157	29,5
	среднее значение	0,118	28,6		
Подгруппа IB-1	минимальное значение	0,018	31,7		
	максимальное значение			0,177	36,7
	среднее значение	0,061	34,5		
Подгруппа IB-2	минимальное значение	0,012	37,2		
	максимальное значение			0,246	39,8
	среднее значение	0,119	38,4		
Подгруппа IIA	минимальное значение	0,078	49,2		
	максимальное значение			0,297	52,5
	среднее значение	0,190	50,6		
Подгруппа IIB-1	минимальное значение	0,090	45,4		
	максимальное значение			0,169	46,3
	среднее значение	0,122	45,9		
Подгруппа IIB-2	минимальное значение	0,017	40,5		
	максимальное значение			0,200	44,1
	среднее значение	0,119	42,1		

Исходя из данных таблицы 2.4 мы можем наблюдать за изменением значения набухания грунта и влаги набухания подразделив их на группы. В среднем видно, что у групп I и II получились похожие средние значения набухания грунта в пределах 0,118-0,122 (сильнонабухающие). По максимальному значению можно выделить подгруппы ИБ-1 и ПБ-1 со схожими значениями набухания грунта, которые составили 0,169-0,177 (сильнонабухающие). Наиболее высокое значение набухания грунта имеет подгруппа ПА 0,297 (сильнонабухающие). По значениям влаги набухания группы получились разными.

Классификация глинистых грунтов по относительной деформации набухания без нагрузки (ГОСТ 25100 таблица Б.20)

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки ε_{sw} , д.е.
Ненабухающий	$\varepsilon_{sw} < 0,04$
Слабонабухающий	$0,04 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,08$
Средненабухающий	$0,08 < \varepsilon_{sw} \leq 0,12$
Сильнонабухающий	$\varepsilon_{sw} > 0,12$

Согласно проведённому анализу, можно сделать выводы об изменении набухания по объектам на территории г. Сарань. В самом городе присутствуют глинистые грунты от ненабухающих(0,028 д.е.) до сильнонабухающих(0,230 д.е.) объект №7. В самом микрорайоне РТИ преобладают сильнонабухающие грунты объект №1, значения набухания составило 0,163 д.е. Ближе к заводу РТИ на объекте под номером 3 глинистые грунты от ненабухающих(0,012 д.е.) до средненабухающих(0,100 д.е.). На самом заводе РТИ объекты №2,5 и 4 глинистые грунты от средненабухающих (0,098 д.е.) до сильнонабухающих (0,297 д.е.). Восточнее от завода, на территории пристроек к заводу распространены средненабухающие глинистые грунты (0,105-0,106 д.е.)

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

При освоении территории необходимо учитывать гидрогеологические условия и предрасположенность грунтов, залегающих по глубине на всей площадке к набуханию. Особенности проектирования оснований сооружений, возводимых на набухающих грунтах описаны в СП РК 5.01-102-2013 [27].

На основе анализа природных факторов, инженерно-геологические условия участка размещения объекта относятся к III категории сложности по совокупности геоморфологических, геологических и сейсмических условий и распространения экзогенных процессов (СП РК 102-102-2014, прил. А) [26], СП 14.13330.2018 [28].

Основания, сложенные набухающими грунтами, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов при повышении влажности увеличиваться в объеме - набухать.

При проектировании оснований, сложенных набухающими грунтами, следует учитывать возможность:

- набухания этих грунтов за счет подъема уровня подземных вод или инфильтрации - увлажнения грунтов производственными или поверхностными водами;
- набухания за счет накопления влаги под сооружениями в ограниченной по глубине зоне вследствие нарушения природных условий испарения при застройке и асфальтировании территории (экранирование поверхности);
- набухания и усадки грунта в верхней части зоны аэрации - за счет изменения водно-теплового режима (сезонных климатических факторов).

По проведенному статистическому анализу была выявлена корреляционная зависимость набухания грунта от глубины, коэффициента пористости, пористости. Влага набухания в свою очередь зависит от набухания грунта и естественной влажности. В данной работе была составлена классификация по набуханию, которую можно использовать для территории города Сарань с такими же глинистыми грунтами.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Предпроектный анализ

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная работа посвящена оценке состава физико-механических свойств специфических грунтов г. Сарань, Казахстан. На сегодняшний день бурный рост строительства вызывает необходимость строительства зданий и сооружений в сложных условиях и при выборе участка для строительства учитывают не особенности грунтов, а в первую очередь экономическую целесообразность: расположение будущего объекта, возможность телефонизации и электрификации участка, инфраструктуру, а в случае промышленного здания – отдаленность от сырьевой базы, возможность экспорта готовой продукции, подъездные пути и т.д.

Как показывает практика, в большинстве случаев получается, что выбранный участок под строительство здания характеризуется наличием набухающих глинистых грунтов, которые могут изменять свои свойства и характеристики с течением времени под действием замачивания и других видов внешних воздействий, при этом обладают неоднородностью и анизотропией. Из-за ошибок, допущенных на этапах изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации на специфических грунтах, срок службы зданий и сооружений в большинстве случаев значительно короче проектного. Появление трещин, ведущих к локальному разрушению, нарушает нормальную эксплуатацию предприятий, а затраты на восстановительные работы часто превышают стоимость строительства нового здания.

Важно отметить, что чрезвычайно сложно обеспечить безаварийную работу зданий и сооружений на специфических грунтах. В данном случае возникает необходимость более полного учета совместной работы основания, фундаментов и подземной части здания; а также внедрение последних достижений науки и техники в восстановление эксплуатационных качеств конструкций, в обеспечении их безаварийной работы, в прогнозировании развития процессов в грунтах и конструкциях.

Оценка состава физико-механических свойств специфических грунтов г. Сарань, Казахстан позволит составить рекомендации и в дальнейшем уменьшить затраты на строительство и улучшить качество строительства зданий и сооружений.

3.1.2 FAST - анализ

Суть данного анализа заключается в том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации, и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Объектом FAST-анализа выступает построение графиков зависимости физико-механических характеристик.

Таблица 3.1.1 - Определим главную, основную и вспомогательную функции.

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Анализ лабораторных данных	Получение исходных данных для расчетов		X	
Проведение статистического анализа	Направляющая	X		X
Построение графиков зависимости	Гарантирующая	X		

Определим значимость выполняемых функций, результат представим в таблицах 3.1.2 и 3.1.3

Таблица 3.1.2 - Матрица смежности функций

	Получение исходных данных для расчетов	Направляющая	Гарантирующая
Получение исходных данных для расчетов	=	>	>

Направляющая	<	=	=
Гарантирующая	<	=	=

Таблица 3.1.3 - Матрица количественных соотношений функций

	Получение исходных данных для расчетов	Направл.	Гарантир.	Итого	Относительная значимость
Получение исходных данных для расчетов	1	1,5	1,5	4	0,16
Направляющая	0,5	1	1	2,5	0,10
Гарантирующая	0,5	1	1	2,5	0,10
				9	0,36

3.1.3 SWOT - анализ

SWOT - представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. Перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Результат сведем в матрицу SWOT (таблица 3.1.4).

Таблица 3.1.4 - Матрица SWOT

	<i>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</i>	<i>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</i>
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для проведения статистического анализа
	С4. Комплексность (клиенториентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<i>Возможности</i>		

В1. Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций		
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности привлечения молодых специалистов		
<i>Угрозы</i>		
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)		
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа посмотрим интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведем в таблицу 3.1.5

Таблица 3.1.5 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4
Возможности проекта	В1	+	+	+	+
	В2	+	-	+	+
	В3	0	+	+	+
	В4	-	-	-	0

В1В2С1, В1В2В3С3С4, В1В3С2

Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	+	-	-	-

	B2	0	-	+	0
	B3	+	0	+	0
	B4	0	-	0	+

B1B3Сл1, B2B3Сл3, B4Сл4

Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	0	0
	У4	-	-	-	-

У3С2

Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-

У2Сл3

По полученным результатам составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 3.1.6)

Таблица 3.1.6 - SWOT-анализ

	<i>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</i>	<i>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</i>
	C1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	C2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет сложности
	C3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для проведения статистического анализа
	C4. Сложность (клиентоориентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<i>Возможности</i>		
B1. Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций	Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций;	Проверка результатов, отправлять пробы на внешний и внутренний контроль

В2. Сокращение сроков проектирования	Сокращение сроков проектирования; Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши); Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями;	
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности привлечения молодых специалистов		
<i>Угрозы</i>		
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)	Создание конкурентоспособности проекта	Необходимо приобретать специальное программное обеспечение;
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

3.2 Инициация проекта

3.2.1 Цели и задачи исследования

Цель и задачи исследования представлены в таблице 3.2.1

Таблица 3.2.1 - Цель и задачи исследовательского проекта

Цели проекта:	Оценка состава физико-механических свойств специфических грунтов г.Сарань, Казахстан
Ожидаемые результаты проекта	Зависимость физических показателей от набухания грунта; Составление рекомендаций для строительства на данной территории.
Критерии приемки результата проекта:	1. Изучение физико-механических свойств специфических грунтов 2. Построение графиков зависимости физико-механических свойств специфических грунтов
Требования к результату проекта	Требование:

	1. Показать особенности физико-механических свойств специфических грунтов
	2. Показать особенности графиков зависимости физико-механических свойств специфических грунтов

4.2.2 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения исследования оценивается в человеко-часах и зависит от множества факторов, которые сложно учесть при разработке. Для реализации проекта необходимо 2 исполнителя – научный руководитель (НР) и инженер (И). Этапы работы представлены в таблице 3.2.2

Таблица 3.2.2 - Этапы работы проекта

Основные этапы	№ этапа	Содержание работ	Исполнитель
Разработка задания	1	Постановка задачи	НР, И
Выбор направления исследования	2	Обзор научно-технической базы	НР, И
	3	Разработка и утверждение задания	НР, И
	4	Составление календаря проекта	И
	5	Разработка вариантов исполнения проекта	НР, И
Теоретические исследования	6	Сбор фондовых данных лабораторных испытаний	И
	7	Изучение физико-механических свойств специфических грунтов исследуемого участка	И
Экспериментальные исследования	8	Обработка лабораторных данных	НР, И
	9	Проведение статистического анализа и выявление зависимостей	НР, И
	10	Обработка результатов статистического анализа и	НР, И

		построение графиков зависимости	
--	--	---------------------------------	--

3.2.3 Определение трудоёмкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки зачастую приходится на заработную плату исполнителей, поэтому важно определить трудоемкость каждого из участников.

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_i + 2 \cdot t_i}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_i – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы.

Оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств, чел.-дн.;

t_i – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работ.

Пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$t_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где, t_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой. Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

где t_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 t_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;
 $k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{кал} = \frac{t_{кал}}{t_{кал} - t_{вых} - t_{пр}} = \frac{366}{366 - 104 - 16} = 1,5$$

где: $t_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$t_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$t_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

В таблице 3.2.3 находятся расчеты этапов отдельных видов работ

Таблица 3.2.3 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях t_{pi}		Длительность работ в календарных днях t_{ki}	
	t_{min} чел-дни		t_{max} чел-дни		$t_{ожi}$ чел-дни					
	И	НР	И	НР	И	НР	Одновременное выполнение работ		Одновременное выполнение работ	
							И	НР	И	НР
Постановка задачи	5	3	8	6	6,2	4,2	3,3	2,7	5	4
Обзор научно-технической базы	7	2	12	4	9	2,8	4,7	2	7	3
Разработка и утверждение задания	7	1	12	2	9	1,4	4,7	1,3	7	2
Составление календаря проекта	3	0	5	0	3,8	0	4	0	6	0

Разработка вариантов исполнения проекта	9	4	16	7	11,8	5,2	6	2,7	9	4
Сбор фондовых данных лабораторных испытаний	15	0	40	0	25	0	20	0	30	0
Изучение физико-механических свойств специфических грунтов исследуемого участка	30	0	40	0	34	0	20	0	30	0
Обработка лабораторных данных	30	15	40	40	34	25	20	20	30	30
Проведение статистического анализа и выявление зависимостей	10	10	30	30	18	18	13,3	13,3	20	20
Обработка результатов статистического анализа и построение графиков зависимости	5	5	20	20	11	11	6,7	6,7	10	10
Итого									154	70

3.2.4 Разработка графика выполнения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе предыдущей таблицы составляется диаграмма (рисунок 3.1), в основу которой ложатся этапы проведения исследования и длительность работ в календарных днях.

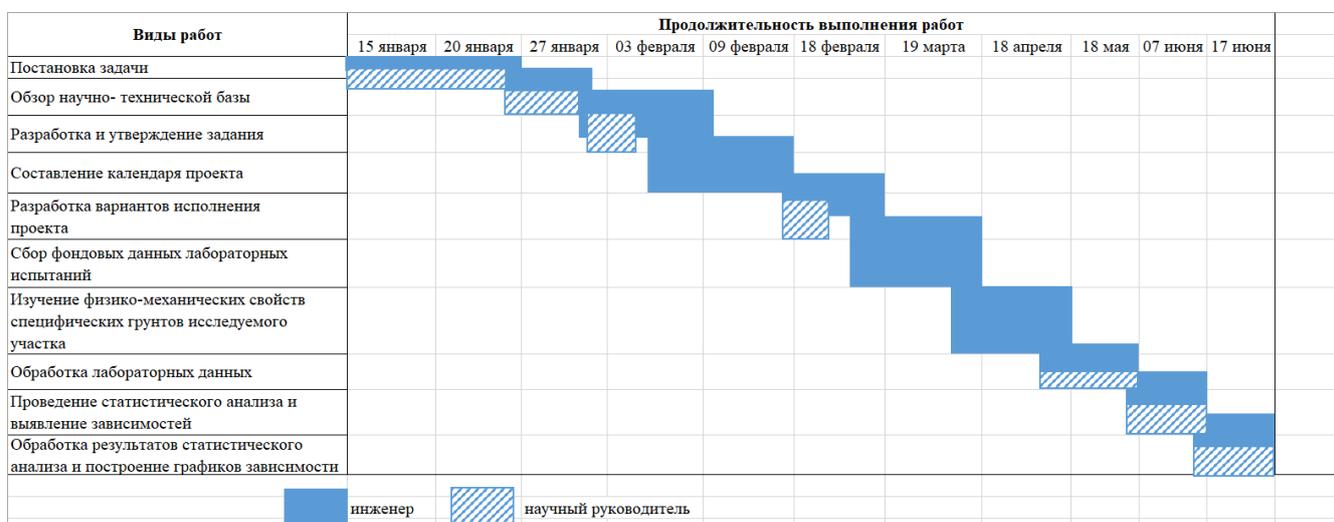


Рисунок 3.1 – диаграмма Ганта

3.3 Бюджет исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

3.3.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 3.3.1).

Таблица 3.3.1 - Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для принтера (формат А4, пачка)	2	250,0	500,0
Краска для принтерных картриджей	1	1000,0	1000,0
Ручка шариковая	1	50	50,0
Карандаш чертежный	2	50	100,0
Блокнот для записок	1	150	150,0
Всего за материалы	1800		
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			57,68
Итого по статье			1857,68

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 4.3.2).

Таблица 3.3.2 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Программное обеспечение Auto CAD 2021 (шт.)	1	150000,0	150000,0
2	Персональный компьютер Lenovo L340 AMD R7	1	35000,0	35000,0
Итого, руб.:				185000,0

3.3.2 Основная заработная плата

В настоящий раздел включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата, $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}$, где $Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб;

$T_{раб}$ - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим сотрудником, раб. дн;

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d},$$

Где Z_m - месячный должностной оклад работника, руб.; M - количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6 -дневная неделя;

F_d - действительный годовой фонд рабочего времени научно– технического персонала, раб. дн.

Таблица 3.3.3 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
– выходные дни	14	14

– праздничные дни		
Потери рабочего времени		
– отпуск	48	48
– невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда); $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Таким образом, основная заработная плата для:

Руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{38000 * 10,4}{251} = 1574,502 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 1574,502 * 50 = 78725,09 \text{ руб}$$

Инженера:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{17000 * 10,4}{251} = 704,3 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 704,3 * 120 = 84525,89 \text{ руб}$$

Таблица 3.3.4 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$F_{\text{д}}$, раб. дн.	$Z_{\text{м}}$	$Z_{\text{дн}}$	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	29230,77	-	-	1,3	251	38000	1574,5	50	78725,09
Инженер	13076,92	-	-	1,3	251	17000	704,3	120	84525,89

3.3.3 Дополнительная заработная плата научного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и

общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

1. Руководитель: $78725,09 * 0,1 = 7872,51$ руб.

2. Инженер: $84525,89 * 0,1 = 8452,58$ руб.

В таблице 4.3.5 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 3.3.5 - Заработная плата исполнителей НТИ, руб

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	78725,09	84525,89
Дополнительная зарплата	7872,51	8452,58
Зарплата исполнителя	86597,61	92978,49
Итого по разделу Сзп	179576,1	

3.3.4 Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) ,$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Раздел включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления на социальные нужды (ставка ТПУ - 30,2 %) приведены в таблице 3.3.6 и составили 54231,97 руб.

Таблица 3.3.6 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	78725,09	7872,51
Инженер	84525,89	8452,58
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	

Сумма отчислений	54231,97 руб
------------------	--------------

3.3.5 Накладные расходы

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 – 90 % от суммы основной заработной платы научного персонала данной научно–технической организации. Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении исследования. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,16 \cdot (86597,61 + 92278,49) = 28620,176$$

Таким образом, затраты проекта составляет 448585,9, которые приведены в таблице 3.3.7.

Таблица 3.3.7 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям							
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	1857,68	185000	86597,61	92278,49	54231,97	-	28620,176	<u>448585,9</u>
Аналог	1211,28	55990	277977,8	27797,7	82493,3	-	244620,5	847228,2

4. Операционные затраты, руб. = сырье + амортизация + ЗП (осн + доп) + соц. отч. + накл. расх = 35% * бюджета

3.4 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты (таблице 3.4.1).

Таблица 3.4.1 - Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Выход из строя исследовательского оборудования	Задержка в выполнении плана	2	3	средний	Соблюдать правила эксплуатации прибора	Человеческий фактор, износ заменяемых частей, заводской брак

3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

3.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 4.5.1. При расчете рентабельность проекта составляла 20-25 %, норма амортизации - 10 %.

$Ag = \text{Сперв} * Na / 100$, себ = **448585,9**р., Выручка = себестоимость * 1,25

Таблица 3.5.1 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации. руб.	0,00	560 732,38	560 732,38	560 732,38	560 732,38
2	Итого приток.руб.	0,00	560 732,38	560 732,38	560 732,38	560 732,38
3	Инвестиционные издержки. руб.	448 585,90	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Операционные затраты. руб. (35% от бюджета)	0,00	157 005,07	157 005,07	157 005,07	157 005,07
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0,00	403 727,31	403 727,31	403 727,31	403 727,31

6	Налоги 20 %. руб.(5*20%)	0,00	80 745,46	80 745,46	80 745,46	80 745,46
7	Чистая прибыль. руб.(5-6)	0,00	322 981,85	322 981,85	322 981,85	322 981,85
8	Чистый денежный поток (ЧДП). руб.(чистая прибыль+амортизация)	-448 585,90	367 840,44	367 840,44	367 840,44	367 840,44
9	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1,00	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,579</u>	<u>0,482</u>
10	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД). руб.(9*10)	-448 585,90	306 411,08	255 281,26	212 979,61	177 299,09
11	Σ ЧДД		951971.05 руб.			
12	ИтогоNPV. руб.		503385.15 руб.			

$$NPV=951971.05 \text{ руб.} - 448585.90=503385.15 \text{ руб.} > 0$$

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 503385.15 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{951971,05}{448585,90} = 2,1$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 3.5.2 и на рисунке 3.2.

Таблица 3.5.2 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-448585,9	367840,44	367840,44	367840,44	367840,44	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	

	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-448585,9	334366,96	303836,20	276248,17	251235,02	717100,45
	0,2	-448585,9	306411,087	255281,27	212611,77	177299,09	503017,32
	0,3	-448585,9	282869,30	217761,54	167367,40	128744,15	348156,49
	0,4	-448585,9	262638,07	187598,62	133893,92	95638,51	231183,23
	0,5	-448585,9	245349,57	163321,16	108512,93	72832,41	141430,17
	0,6	-448585,9	229900,28	143457,77	89753,067	56279,59	70804,80
	0,7	-448585,9	216290,18	123226,55	74671,609	41198,13	6800,56
	0,8	-448585,9	204519,28	113662,70	62900,715	34944,84	-32558,36
	0,9	-448585,9	193484,07	101891,80	53704,704	28323,71	-71181,61
	1,0	-448585,9	183920,22	91960,11	45980,055	22806,11	-103919,4

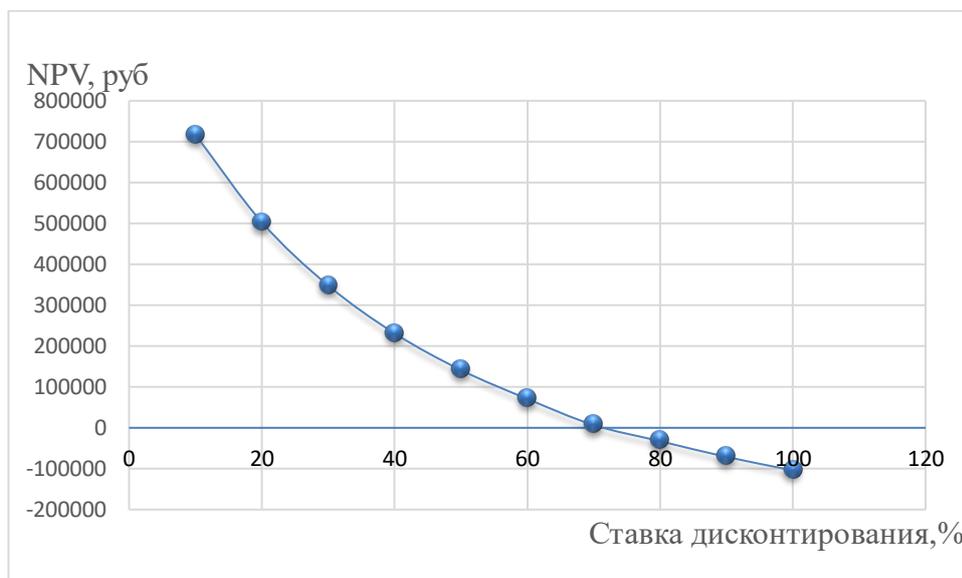


Рисунок 3.2 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,78.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $78\% - 20\% = 58\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 3.5.3).

Таблица 3.5.3 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i = 0,20$), руб.	-448585,90	306411,1	255281,3	212979,6	177299,1
2	То же нарастающим итогом, руб.	-448585,90	- 142174,8	113106,5	326086,1	503385,2
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DPР_{диск} = 1 + (142174,8 / 255281,3) = 1,55$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 3.5.4).

Таблица 3.5.4– Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об наличии набухающих грунтов на данной территории	Получены характеристики набухающих грунтов конкретные границы и условия залегания

Нехватка рекомендаций при строительстве на набухающих грунтах данной территории	Составлены рекомендации для строительства зданий на набухающих грунтах, что намного экономит бюджет при строительстве и продлевает срок эксплуатации
---	--

3.6 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Для данного проекта и для аналогов 1 и 2 данный показатель составил 0.73, 0.93 и 1 соответственно.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 3.6.1.

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_{\text{ТП}} = 0,75 + 1,5 + 0,2 + 0,4 + 1,25 + 0,75 = 4,85$$

$$I_{\text{ан1}} = 0,75 + 1,5 + 0,2 + 0,4 + 1,25 + 0,6 = 4,7$$

$$I_{\text{ан2}} = 0,6 + 0,9 + 0,15 + 0,4 + 1 + 0,6 = 3,65$$

Таблица 3.6.1 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда	0,15	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5	5	3
3. Эффективные, применимые в различных сферах результаты	0,05	4	4	3
5. Энергосбережение	0,10	4	4	4
5. Надежность	0,25	5	5	4
6. Материалоемкость	0,15	5	4	4
Итого	1,00	28	26	22

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Рассчитаем интегральные показатели эффективности вариантов исполнения исследования:

$$I_{\text{финр}}^{\text{тп}} = \frac{4,85}{0,73} = 6,64$$

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{4,7}{0,93} = 5,05$$

$$I_{\text{финр}}^{a2} = \frac{3,65}{1} = 3,65$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{6,64}{6,64} = 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{5,05}{6,3} = 0,76$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср3}} = \frac{3,65}{6,3} = 0,57$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 3.6.2.

Таблица 3.6.2 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,73	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,7	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	6,64	5,05	3,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,76	0,57

Выводы к разделу

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет

понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 503385.15 руб.; индекс доходности $PI=2,1$, внутренняя ставка доходности $IRR=78\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,55$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Целью данной выпускной квалификационной работы является оценка физико-механических свойств специфических грунтов г. Сарань, Карагандинская область, Казахстан. Камеральные работы по сбору и обработке результатов исследований осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК).

В данном разделе выпускной квалификационной работы исследованы меры по защите исполнителя камеральных работ от возможного негативного воздействия среды, а также вредные и опасные факторы среды. Кроме того, были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые исполнитель должен выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Были выделены и рассмотрены такие факторы, воздействующие на исполнителя камеральных работ, как: освещение, микроклимат, электромагнитное излучение, монотонный режим работы, нервно-психические перегрузки. К опасным факторам при работе с ПК можно отнести высокое напряжение и возможность короткого замыкания, влекущего за собой опасность поражения разработчика электрическим током.

Программные продукты, используемые для обработки результатов исследования, не оказывают непосредственного негативного влияния на окружающую среду, однако их использование сопряжено с использованием персональных компьютеров, при утилизации которых оказывается негативное влияние на литосферу.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Камеральные работы проводились при использовании ПК. При работе с ПК на рабочем месте должны быть выполнены следующие требования:

- оптимально подобранное помещение;
- освещение;
- организация медицинского обследования пользователей;
- пр.

При выборе ПК необходимо учитывать необходимые мощности для обработки результатов. Также немаловажным фактором при выборе компьютеров для сотрудников является возможность конструкции компьютера изменять положение монитора в различных плоскостях (горизонтальные или вертикальные), с возможной устойчивой фиксацией в положении, удобном для пользователя. Цвет корпуса ПК должен быть нежным, спокойным и без блестящих деталей, которые, создавая блики, вызывают повышенную утомляемость глаз. Экран монитора должен обеспечивать регулировку яркости и контрастности для того, чтобы каждый работник мог установить режим, который будет соответствовать чувствительности глаз и условиям освещенности.

Поверхность рабочего стола должна быть использована для оптимального размещения задействованного оборудования. Кроме того, форма и положение офисного кресла, а также расположение рабочего стола должны быть эргономичны для поддержания комфортной позы пользователя: так, чтобы он мог менять положения своего тела для предупреждения утомления. (рисунок 4.1)

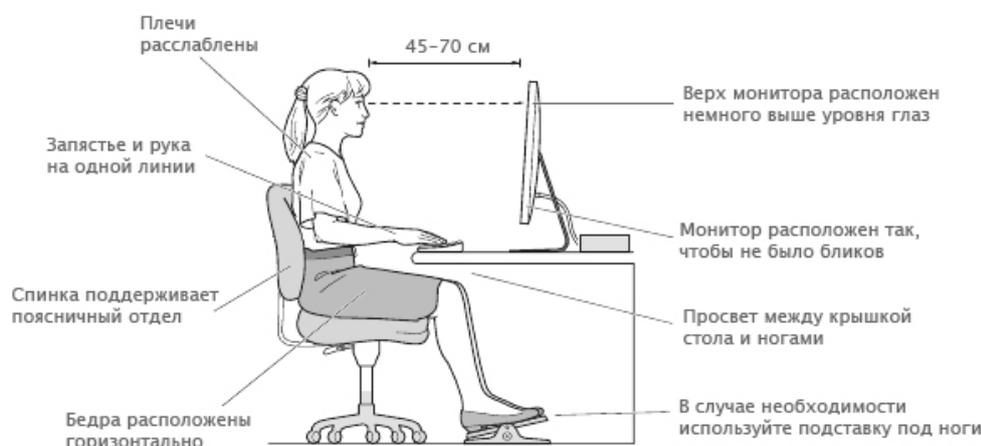


Рисунок 4.1 – Схема рабочего места (вид сбоку)

Согласно статье 212 ТК РФ [29], работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда. В данный ряд входит обеспечение соответствия условий рабочих мест и режима работы требованиям норм охраны труда, проведение медицинских осмотров, организация проведения медицинских осмотров, установление режима труда и отдыха в соответствии с законодательством

и т.д. Исполнитель камеральных работ также имеет ряд обязательств перед работодателем. Так, в статье №414-V трудового кодекса, исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять прочие требования работодателя касательно его безопасности на рабочем месте.

4.2 Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы, воздействующие на сотрудника, устанавливаются согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [30].

Опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ отражены в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы камеральных работ			Нормативные документы
	Сбор материалов	Обработка	Анализ	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Освещение, шум, статическое электричество, психофизиологические факторы: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [31] СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [32] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33] ТОИ Р-45-084-01 [34] Микроклимат: СанПиН 2.2.4.548-96 [35] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Электрический ток, короткое замыкание: ГОСТ Р 12.1.019-2009 [36]
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
3. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки.		+	+	
4. Превышение уровня шума	+	+	+	
6. Статическое электричество	+	+	+	
6. Электрический ток	+	+	+	

4.3 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

4.3.1 Отклонение показателей микроклимата помещения

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, определяемый действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Проведение камеральных работ требует учета микроклиматических условий рабочей зоны с учетом избытков тепла, времени года и тяжести выполняемой работы согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [35]. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 4.3.1

Таблица 4.1.1 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96

Категория работ по уровню энергозатрат, ккал/ч	Период года	Температура воздуха		Температура поверхности, t °С	Относительная влажность воздуха, φ, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт}	Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт}			Если t° > t° _{опт}	t° < t° _{опт}
Iб, 121-150 ккал/ч	Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0-25,0	15 – 75	0,1	0,2
	Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0-29,0	15 – 75	0,1	0,3

Примечание: Iб – работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;

Помещение должно быть оборудовано естественной вентиляцией - организованным и регулируемым воздухообменом, обеспечивающим удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу в него свежего. В производственных помещениях с длительным пребыванием в них человека требуется устройство отопительных систем в холодное время года. Системы отопления состоят из трех основных элементов: генератора для получения тепла, теплопровода или канала для

транспорта теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению и нагревательных приборов.

4.3.2 Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, сохранении его здоровья и обеспечении высокой работоспособности. Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации внимания работников. Работа инженера в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что, в случае недостаточной освещённости рабочего места, вынуждает его работать с контрастным фоном. В результате у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение осуществляется через окна. Искусственное освещение в помещении должно осуществляться системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяется системы комбинированного освещения. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Требования к освещению установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[33].

Таблица 4.3.2 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блесккость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20

Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношение яркости между рабочими поверхностями	3:1-5:1 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

Освещенность должна составлять 500 лк, что соответствует IV разряду (средней точности) зрительных работ при КЕО = 1,5 %.

Расчет общего равномерного искусственного освещения по методу светового потока

Дано:

Помещение длиной А=20 м, шириной В=10 м, высотой Н=4 м;

Необходимая освещенность $E_n = 500$ лк;

Уровень рабочей поверхности над полом составляет $h_{рп} = 0,8$ м.

Световой поток ламп светильника определяется по формуле:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ лм}$$

где,

E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²

K_z – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников, при малом выделении пыли $K_z = 1,5$;

Z – коэффициент неравномерности освещения или минимальной освещенности, отношение $E_{ср}/E_{мин}$. $E_{ср}$ определяют по СП 52.13330.2016, а $E_{мин}$ (наименьшее значение освещенности в помещении). Согласно п. 7.9 СНиП 23-05-95*, значение составляет менее 1,5 для работ IV-VII разрядов в случае применения люминесцентных ламп $Z=1,1$;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока, %.

Стены в помещении свежепобеленные с широкими окнами без штор, значит коэффициент отражения поверхности стен ($\rho_{ст}$) будет равен 50%. Потолок

из пластиковых панелей, поэтому коэффициент отражения поверхности потолка (ρ_n) будет равна 70%.

Выбираем люминесцентный светильник без защитной решётки типа ОД-2-40 длиной $l_{св}=1,23$ м, $\lambda=1,4$.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h=H-h_{рп}=4-0,8=3,2 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L=1,4 \cdot 3,2=4,5 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего светильника до стены:

$$\frac{L}{3} = 1,5 \text{ м}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{2}{3} \cdot 4,5)}{4,5} + 1 \approx 3$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{св} + 0,5} = \frac{(20 - \frac{2}{3} \cdot 4,5)}{1,23 + 0,5} \approx 10$$

Размещаем светильники в 2 ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильника типа ОД-2-40 мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Так как в каждом светильнике установлено по 2 лампы, общее число ламп в помещении будет равна 40 шт

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{20 \cdot 10}{3,2 \cdot (20+10)} = 2,083$$

Учитывая ρ_c , ρ_n , i определяем значение коэффициента использования светового потока с помощью линейной интерполяции: $\eta \approx 55\%$.

Потребный световой поток ламп:

$$F = \frac{500 \cdot (20 \cdot 10) \cdot 1,5 \cdot 1,1}{40 \cdot 0,55} = 7500 \text{ лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу ЛХБ-125 с световым потоком 8000 лм.

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \left[\frac{\Phi_{\text{л.станд.}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд.}}} \right] \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq \left[\frac{8000 - 7500}{8000} \right] \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq 6,25\% \leq +20\%$$

Световой поток лампы ЛХБ-125 входит в допустимые пределы от -10% до +20%, необходимости в корректировке количества светильников и ламп отсутствует.

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P=40 \cdot 125=5000 \text{ Вт}$$

4.3.3 Превышение уровня шума

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПК уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33] установлены допустимые значения уровней звукового давления, создаваемого ПК (таблица 4.3.3).

Таблица 4.3.3 - Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

4.3.4 Психофизиологические факторы

Работа с ПК сопряжена с воздействием вредных психофизиологических факторов, в частности, нервно-психических перегрузок. Для снижения воздействия

вредных факторов, устанавливаются перерывы в работе для отдыха сотрудников. Суммарное время регламентированных перерывов при работе с ПК зависит от категории трудовой деятельности и уровня нагрузки за рабочую смену [37]. В таблице приведено суммарное время отдыха для каждой категории работ.

Таблица 4.3.4 - Суммарное время перерывов в зависимости от категории работы и нагрузки

Категория работы с ПК	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, часов	Суммарное время перерывов, мин
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90

В данном случае уровень нагрузки относится к группе В, категория работы III. Согласно таблице, требуется установить перерывы, сумма которых за смену составит не менее 90 минут. По типовой инструкции по охране труда при работе на персональном компьютере ТОО Р-45-084-01 для данной категории работ требуется установить перерывы по 15 минут каждый трудовой час [34].

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы;

на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения (индивидуально);

для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также мышц плечевого

пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы (согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33]).

4.3.5 Статическое электричество

В помещениях, оборудованных ПК, токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении персонала к любому из элементов ПК. Такие разряды опасности для человека не представляют, однако кроме неприятных ощущений могут привести к выходу оборудования из строя.

Для предотвращения образования и защиты от статического электричества в помещении используются нейтрализаторы и увлажнители, а полы имеют антистатическое покрытие в виде поливинилхлоридного антистатического линолеума.

Также в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлен максимальный допустимый электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В [33].

В качестве мер уменьшения влияния вредных факторов на пользователя используются защитные фильтры для мониторов, увлажнители воздуха. Должны использоваться розетки с заземлением. Требуется проводить регулярную влажную уборку.

4.3.6 Электрический ток

К опасностям использования электрического тока относятся возможность поражения электрическим током, а также воспламенения электронных устройств из-за воздействия различных условий – попадания влаги или нарушения изоляции.

Поражение электрическим током может привести к ожогам, судорогам, повреждению нервной системы, а также смерти. Возникновение пожара может привести к последствиям, описанным в ГОСТ 12.1.033-81 [38].

Во избежание смерти и других негативных эффектов необходимо соблюдать правила пожарной и электрической безопасности. Подготовка к предупреждению возникновения данных ситуаций должна производиться до начала работы.

Требования безопасности при эксплуатации электрооборудования регламентируются следующими нормативными актами:

ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [36];

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, утверждёнными Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6 [39].

Согласно им:

электрооборудование, имеющее контакты для подключения заземления, должно быть заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации оборудования;

все крышки и защитные панели должны находиться на своих местах (при отсутствии крышки или защитной панели эксплуатация электрооборудования не допускается);

при работе с электрооборудованием не допускать попадания влаги на поверхность электрооборудования, а также касаться электрооборудования влажными руками;

вентиляционные отверстия электрооборудования не должны быть перекрыты находящимися вплотную стенами, мебелью, посторонними предметами;

выдергивание штепсельной вилки электроприбора необходимо осуществлять за её корпус, при необходимости придерживая другой рукой корпус штепсельной розетки;

подключение и отключение разъемов компьютеров и оргтехники должно производиться при отключенном питании (за исключением подключения и отключения USB-устройств);

удаление пыли с электрооборудования должно производиться в отключенном от электрической цепи состоянии;

перед использованием электроприборов необходимо проверить надёжность крепления электророзетки, свериться с номиналом используемого напряжения;

корпуса штепсельных розеток и выключателей не должны содержать трещин, оплавлений и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надёжность контакта;

кабели (шнуры) электропитания не должны содержать повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний.

4.4 Экологическая безопасность

Персональный компьютер может нагреваться, а также быть источником электромагнитного и ионизирующего излучения, а также шума. Для защиты здоровья сотрудников, работающих с программным обеспечением, рекомендуется соблюдать необходимую дистанцию при работе с компьютером (от 0.5 до 1 м), а также использовать эффективные охлаждающие системы и наиболее современное и эффективное оборудование.

Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

При необходимости утилизации компьютерной техники пользователь должен руководствоваться следующими принятыми положениями. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления» [40] запрещает юридическим лицам самовольно избавляться от опасных отходов. Этим видом деятельности могут заниматься только специализированные структуры. В их число входят и фирмы, которые занимаются утилизацией электронных отходов. В данных структурах обращение с отходами регламентируется ГОСТ Р53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», а распространены они повсеместно [41].

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС:

- пожары;
- ЧС в связи с неправильной эксплуатацией технологического транспорта

и оборудования;

- ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ;

Природные ЧС:

- ЧС метеорологического характера (молния)

-природные пожары.

Мероприятия медицинской защиты в природных и техногенных ЧС следует планировать и осуществлять с использованием наличных сил и средств министерств и ведомств Российской Федерации, непосредственно решающих задачи защиты жизни и здоровья людей, а также специализированных функциональных подсистем РСЧС: экстренной медицинской помощи, санитарно-эпидемиологического надзора, защиты и жизнеобеспечения населения в ЧС, экологической безопасности и других, с их наращиванием путем создания и развертывания необходимого количества медицинских формирований и учреждений [42].

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при работе с персональным компьютером является пожар на рабочем месте. В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры [38]:

- в помещении должны находиться средства тушения пожара, средства связи, план экстренной эвакуации;

- электрическая проводка электрооборудования и осветительных приборов должна быть исправна;

- все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, средств связи и номера экстренных служб;

- все сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации (рисунок 4.2), а также проинструктированы в соответствии с техникой безопасности. Существует необходимость прохождения повторного инструктажа в соответствии с календарным планом.



Рисунок 4.2 – Типичная схема плана эвакуации при пожаре

При пожаре в здании необходимо:

- Остановить работу оборудования и по возможности обесточить ее;
- Каждый работник должен строго соблюдать установленный противопожарный режим, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и знать порядок и пути эвакуации на случай пожара;
- Лица, не прошедшие первичный противопожарный инструктаж, к работе не допускаются;
- Сообщить о возгорании пожарным и ответственному руководителю;
- Оценить возможное распространение пожара, создающее угрозу для людей и пути возможной эвакуации;
- Приступить к ликвидации очага возгорания при помощи первичных средств пожаротушения (огнетушитель, песок, кошма и т.д.);
- Чтобы избежать пожара, находясь на рабочем месте, необходимо строго соблюдать следующие правила пожарной безопасности;

- Курение в организации допускается в строго определенных местах, соответствующим образом оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения (на улице). Курить в зданиях категорически запрещено;

- Лица, нарушающие требования пожарной безопасности, привлекаются к административной ответственности;

- Каждый работник организации должен проверить: наличие и состояние первичных средств пожаротушения; противопожарное состояние электрооборудования; работоспособность системы вентиляции; исправность телефонной связи; состояние эвакуационных выходов, проходов;

- В случае возгорания немедленно сообщить руководителю, ответственному за пожарную безопасность. Для вызова городской пожарной команды звонить с городской АТС - 101, с сотовых - 112. Принять меры по ликвидации очага возгорания и необходимости эвакуации людей и имущества из помещения.

Рабочее помещение должно быть оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Необходимо иметь средства противопожарной защиты в помещении, такие, как порошковый огнетушитель, а также пожарную сигнализацию, средства связи и план эвакуации. Также рабочее место должно иметь достаточно пространства для эвакуации.

Выводы к разделу

В ходе выполнения работы над разделом “Социальная ответственность” были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек, использующий ПК для проведения камеральных работ.

Был проведён анализ нормативной документации. В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма.

Освещение на рабочем месте соответствует нормам - используется несколько энергосберегающих ламп. Уровни шума находятся в допустимых пределах - источником шума при эксплуатации ПК могут являться системы охлаждения, а также жесткий диск, однако уровень создаваемого ими шума не высок.

Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования. Во время работы делаются перерывы для снижения нагрузки и предотвращения нервно-психических перегрузок.

Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности.

В случае выхода из строя используемой электроники, отходы передаются в соответствующие компании.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований и анализа различных литературных источников, нормативных документов и фондовых материалов, были сделаны следующие выводы:

Было установлено, что на территории г. Сарань при инженерно-геологических изысканиях и строительстве встречаются грунты, обладающие набухающими свойствами, что в свою очередь увеличивает стоимость всех работ.

На примере грунтов г. Сарань были выполнены расчеты основных физико-механических характеристик, отвечающих за набухающие свойства грунтов. Проведена статистическая обработка и анализ полученных результатов, выявлены корреляционные связи между показателями.

По проведенному статистическому анализу была выявлена корреляционная зависимость набухания грунта от глубины, коэффициента пористости, пористости. Влажность набухания в свою очередь зависит от набухания грунта и естественной влажности. В данной работе была составлена классификация по набуханию, которую можно использовать для территории города Сарань с такими же глинистыми грунтами.

Согласно проведенному анализу, можно сделать выводы об изменении набухания по объектам на территории г. Сарань. В самом городе присутствуют глинистые грунты от ненабухающих (0,028 д.е.) до сильнонабухающих (0,230 д.е.) объект №7. В самом микрорайоне РТИ преобладают сильнонабухающие грунты объект №1, значения набухания составило 0,163 д.е. Ближе к заводу РТИ на объекте под номером 3 глинистые грунты от ненабухающих (0,012 д.е.) до средненабухающих (0,100 д.е.). На самом заводе РТИ объекты №2,5 и 4 глинистые грунты от средненабухающих (0,098 д.е.) до сильнонабухающих (0,297 д.е.). Восточнее от завода, на территории пристроек к заводу распространены средненабухающие глинистые грунты (0,105-0,106 д.е.)

В ходе выполнения работы над разделом “Социальная ответственность” были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек, использующий ПК для проведения камеральных работ.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 503385.15 руб.; индекс доходности $PI=2,1$, внутренняя ставка доходности $IRR=78\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,55$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Фондовая литература

1. Отчет об инженерно-геологических изысканиях GP-430-2020-ИГИ «Строительство ИКИ к дому №13, мкр.3 пос.РТИ г.Сарань»
2. Отчет об инженерно-геологических изысканиях GP-443-2020-ИГИ «Реконструкция завода РТИ в г.Сарань»
3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях GP-503-2021-ИГИ «Строительство выставочного автомобильного павильона»
4. Отчет об инженерно-геологических изысканиях GP-602-2021-ИГИ «Завод по изготовлению крупногабаритных железобетонных элементов, г. Сарань, северная промзона завода РТИ»
5. Отчет об инженерно-геологических изысканиях GP-624-2022-ИГИ «Строительство канализационно-насосной станции (КНС) в блочно-модульном исполнении со строительством канализационного коллектора до станции очистки ливневых стоков», расположенное по адресу: РК, Карагандинская область, г.Сарань (с подводными наружными сетями к станции очистки поверхностных сточных вод»
6. Отчет об инженерно-геологических изысканиях Арх.(инв)№15280-2018г. Установка сжиженного воздуха территории металлургического комбината
7. Отчет об инженерно-геологических изысканиях Арх.(инв)№13430-2010г. Автоматизированная система учета и контроля материалов, поступающих ж/д транспортом на АО "Арселлор Миттал Темиртау"
8. Отчет об инженерно-геологических изысканиях Арх.(инв)№13430-2010г. Автоматизированная система учета и контроля материалов, поступающих ж/д транспортом на АО "Арселлор Миттал Темиртау"
9. Отчет об инженерно-геологических изысканиях GP-13-2016-ИГИ «Строительство производственной базы»
10. Отчет об инженерно-геологических изысканиях Арх.(инв)№6912-1988г «Расширение II-ой очереди Карагандинской ТЭЦ-2»

Нормативная литература

11. Есенов Ш.Е., Ляпичев Г.Ф., Сидоренко А.В., Шлыгин Е.Д. Геология СССР. Том 20. Часть 1. Центральный Казахстан. Геологическое описание. Книга 1. /Недра, Москва, 2011 г., 532 стр.
12. СП РК 2.04-01-2017* (с изменениями от 01.04.2019г.) «Строительная климатология».
13. СП РК EN 1991-1-4.2005-2011 «Ветровые воздействия»
14. РГП «КАЗГИДРОМЕТ» Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан
15. СП РК EN 1991-1-3.2004-2011 «Снеговые нагрузки»
16. Проблемы строительства на набухающих глинистых грунтах Лобанов В.С., Емельянов А. Н., научный руководитель канд. техн. наук Преснов О.М. Сибирский федеральный университет
17. Взаимосвязи набухания и усадки глинистых и лессовых грунтов Рященко Т.Г.
18. Вдовкина Д.И. и др. Оценка набухающих свойств глин на территории г. Караганда с применением методов машинного обучения.
19. Висурханова М.А. Характеристики глинистых грунтов участка реконструкции завода резинотехнических изделий в г. Сарань (Казахстан)
20. «Геология СССР». Том XX. Центральный Казахстан. Геологическое описание. Книга 1. М., «Недра», 1972. 532 с.
21. Историческая геология: Соловьев В.О., Тхоржевский Э.С. Историческая геология. Харьков, 2013 г., 240 стр.,
22. С.Ж. Жапарханов «Подземные воды горнорудных районов Центрального Казахстана», 1975г.
23. ГОСТ 12248.6-2020 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки».
24. Дж.Девис, перевод с английского В.А. Голубевой, под редакцией д-ра геол.-мин. наук Д.А. Родионова «Статистика и анализ геологических данных»

25. ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Метод статистической обработки результатов определений характеристик».

26. СП РК 1.02-102-2014 Инженерно-геологические изыскания для строительства

27. СП РК 5.01-102-2013 Основания зданий и сооружений

28. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах

29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от

27.12.2018)

30. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

32. СП 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях, общественных зданий и на территории жилой застройки».

33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".

34. ТОИ Р-45-084-01 ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ по охране труда при работе на персональном компьютере.

35. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

36. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

37. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

38. ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность

39. Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6 Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (с

изменениями на 13 сентября 2018 года)

40. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 2 июля 2021 года)

41. ГОСТ Р53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», а распространены они повсеместно.

42. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Приложение А
(справочное)

OVERVIEW OF METHODS FOR DETERMINING SOIL SWELLING

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Висурханова М.А.		

Консультант школы отделения (НОЦ) _____ (аббревиатура школы, отделения (НОЦ)) _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	к.Г-М.Н.		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы _____ (аббревиатура отделения (НОЦ) школы) _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л. М.	к.ф.н.		

Swelling of the soil

Swollen soils prevail in many developing urban areas. Huge new developments are being built in most of these areas. Structures built on these swelling soils may be subject to deformation if there is any significant change in the moisture content in these swelling soils, therefore the presence of such swelling soils is a significant danger. The study of the characteristics of these swelling soils, as well as the determination of their swelling parameters, has become extremely necessary.

Free swell is the increase in volume of a soil, without any external onstraints, on submergence in water.

The possibility of damage to structures due to swelling of expanding clays should be identified from the beginning of construction by examining those soils that may have undesirable expansion characteristics. Logical testing is resorted to to reflect the potential of the system to swell in various simulated conditions. The actual value of the created swelling pressure depends on the density of the dry substance, the initial water content, additional load and a number of other environmental factors.

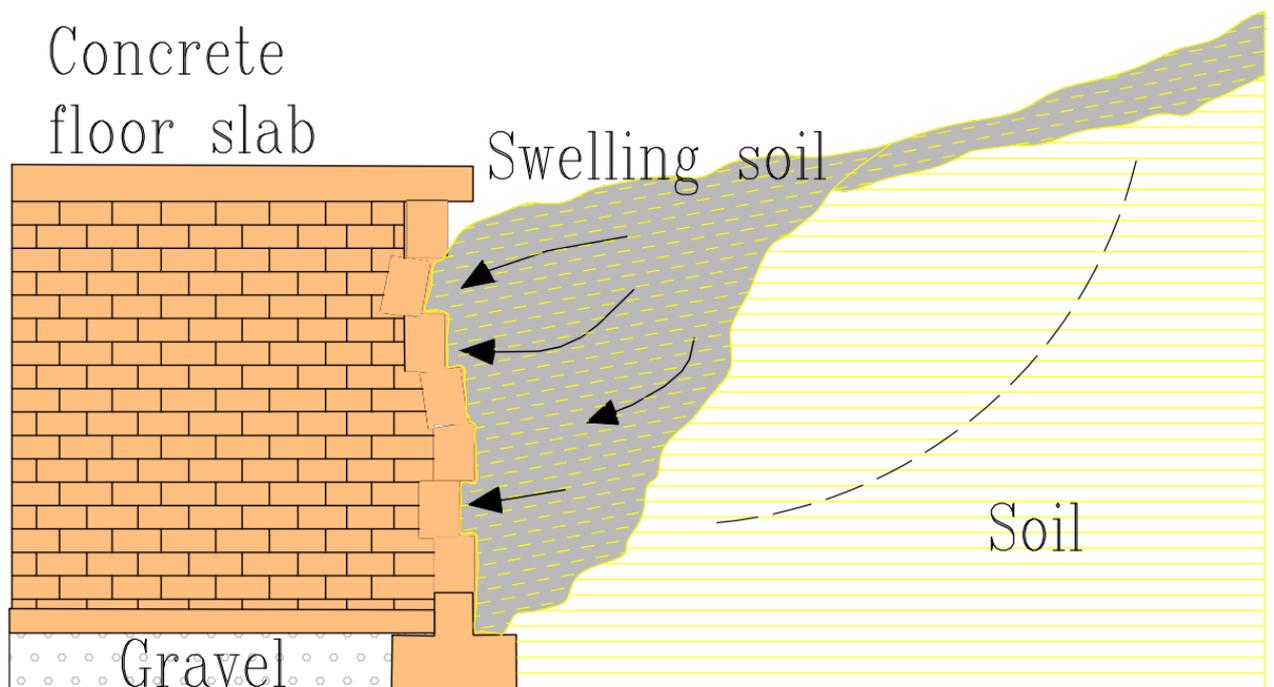


Figure 1 – swelling shale and foundation damage

Free swell index determination of soil helps to identify the potential of a soil to swell which might need further detailed investigation regarding swelling and swelling pressures under different field conditions.

Procedure to determine Free Swell Index of Soil

- Take two 10 g soil specimens of oven dry soil passing through 425 microns IS Sieve.
- Each soil specimen shall be poured in each of the two glass graduated cylinders of 100 ml capacity.
- One cylinder shall then be filled with kerosene oil and the other with distilled water up to the 100 ml mark. After removal of entrapped air (by gentle shaking or stirring with a glass rod), the soils in both the cylinders shall be allowed to settle. Sufficient time (not less than 24 h) shall be allowed for the soil sample to attain equilibrium state of volume without any further change in the volume of the soils.
- The final volume of soils in each of the cylinders shall be read out.

The level of the soil in the kerosene graduated cylinder shall be read as the original volume of the soil sample & kerosene being a non-polar liquid does not cause swelling of the soil. The level of the soil in the distilled water cylinder shall be read as the free swell level.

$$\text{Free swell index} = \frac{V_d - V_k}{V_k} \times 100\%$$

Where,

- V_d is the volume of soil specimen read from the graduated cylinder containing distilled water
- V_k is the volume of soil specimen read from the graduated cylinder containing kerosene

Oedometer swell test methods

The Oedometer test is considered one of the most important swelling tests, which can determine all the characteristics of a swelling soil [1]. In all these methods, a soil sample is placed in an "Oedometer cell" and then subjected to various vertical loads according to the type of each method [2].

The sample was divided, trimmed and prepared in several identical samples for the conducted Oedometer tests. Figure 2 depicts the photos of several samples after preparation and placement inside Oedometer rings. Oedometer apparatus at geotechnical laboratory are shown in lower photo of Figure 3.



Figure 2 – Swelling clay samples prepared in Oedometer rings [3]



Figure 3 – Tested in Oedometer apparatus at geotechnical laboratory [3]

The statement and procedures of Huder-Amberg method is explained as following:

- One sample at same depth (21m) is prepared. The sample is 63.5 mm diameter and 19 mm thick, enclosed in a circular metal ring and sandwiched between porous stones.
- The sample was subjected to loading, unloading and reloading cycle at dry state before adding any water to remove any disturbance happened to the sample in the site. Loading and reloading stages reached to maximum available stress.
- The water was added to the sample at maximum available stress. Readings of dial gage was periodically recorded for 7 days.
- The load steps are removed gradually. Through unloading stage after adding water, each load step was maintained for one full day (24 hour) with recording dial gage readings to observe swelling behavior.

Figure 4 shows the relationship between the applied stress and the corresponding final measured total strain.

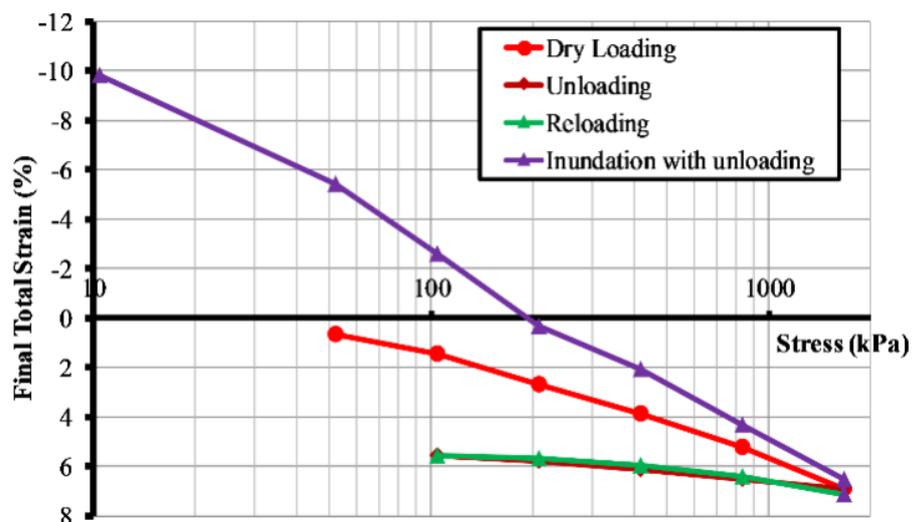


Figure 4 – Stress-Strain results for sample (S00) using Oedometer test «Huder-Amberg Method» [3]

The total/cumulative vertical swelling strain occurred at each stress level during Stage 4 «Inundation with unloading» is presented in semi-logarithmic curve as shown in Figure 5. Logarithmic trend-line is drawn for the data with which represents a rather perfect fitting.

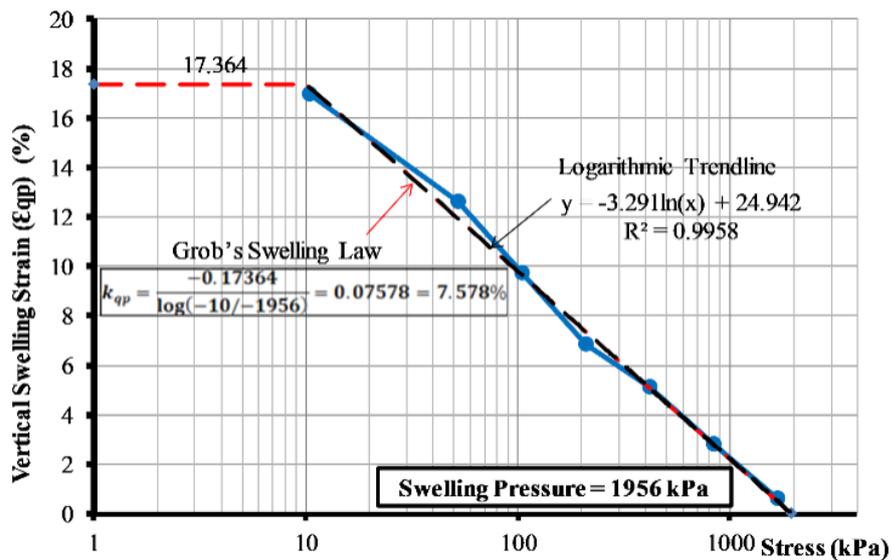


Figure 5 – Swelling parameters calculation using HuderAmberg Oedometer test method and Grob’s 1D swelling law« [3]

Theoretical Grob’s 1D swelling law is drawn by a dashed red line shown in Figure 5 and vertical swelling potential parameter is calculated to be 7.578 % [3].

Free swelling test and oedometric test with dead load

A potential problem of free swelling tests is that the specimens can disintegrate, leading to questionable measurements. The setup proposed by ISRM in their first recommendations (Figure 6) solved the accuracy problem by measuring the deformations with additional dial gauges placed in orthogonal directions. This allows measuring the swelling deformation for example perpendicular and parallel to the bedding planes of argillaceous rocks and thus to quantify strain anisotropy, provided the specimen does not disintegrate.

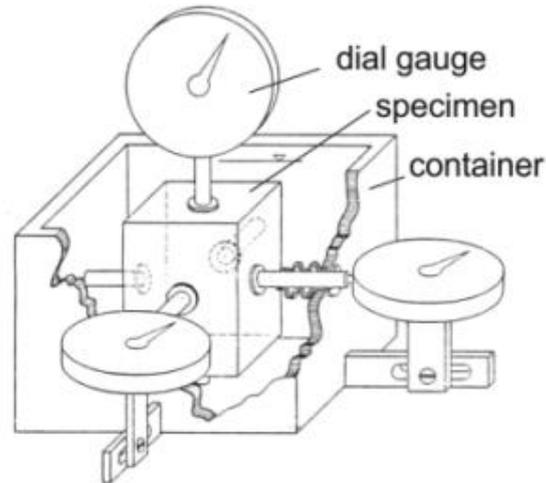


Figure 6 – Setup for free swell tests according to the ISRM recommendations from 1979 [4]

In general, the main advantage of free swelling tests is the quick specimen preparation. Since the radial boundary conditions are not oedometric, the results can overestimate the maximal swelling strain [4].

The rate of swelling of expansive clay soils was determined using a biometric device. Commercial bentonite clay, kaolin and fine sand were used in this study. These soils were mixed between bentonite–kaolin and bentonite–sand to obtain various samples. The percentage of bentonite by weight varied from 5%, 10%, 20% and 30% for kaolin–bentonite mixtures and 10%, 30% and 50% for sand–bentonite mixtures. A conventional oedometric device was used to determine the swelling and compressibility of soil mixtures. The required amount of soil mixtures with optimal moisture content was transferred to a sealing ring with an inner diameter of 50 mm and a height of 20 mm.

All the soil mixtures were compacted statically to their maximum dry density. The specimen was positioned in the loading frame with a seating load of 3.89 kPa. The soil samples were then inundated with distilled water and allowed to swell until they reached equilibrium swelling values. At this point a standard consolidation test was conducted by applying incremental loads starting with 7 kPa and ending with 1600 kPa. The pressure required to revert the specimen to its initial height was determined as the swelling pressure [5].

The swell potential, in this study, was defined as the percentage swell of a laterally confined sample, which has soaked under a surcharge pressure of 3.89 kPa after being compacted to maximum density at optimum moisture content according to the compaction test. The results obtained are presented in Figure 7 in the form of percentage of swell versus time with varying percentage of bentonite content [5].

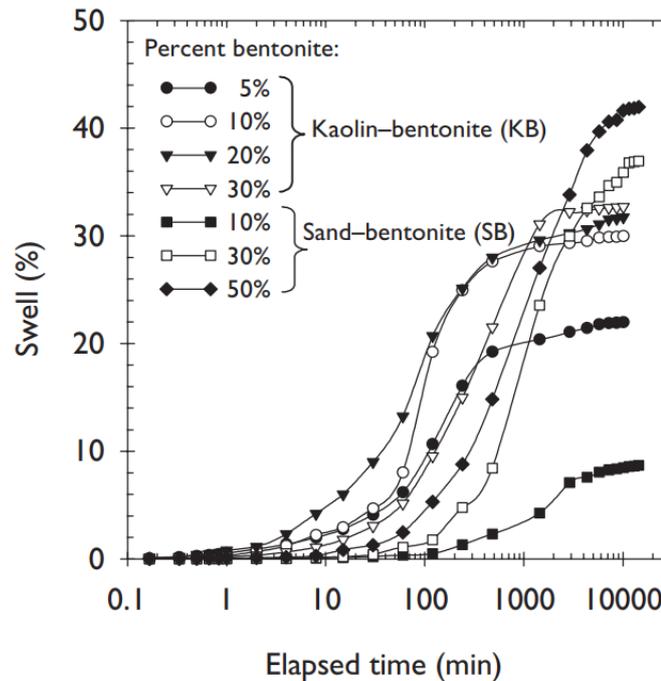


Figure 7 – Swelling behavior (as percent of initial height) of soil–bentonite mixtures [5]

The swell was expressed as a percentage increase in sample height. It was observed that for all the mixtures, an increase in swelling with log time was slow initially, increased steeply, and then reached an asymptotic value. The time required to reach an asymptotic value varied considerably, depending upon the percentage of bentonite and the type and amount of non-swelling fraction. The maximum amount of swelling generally increased with increasing bentonite content. Even at the same percentage of bentonite, considerable differences existed in the nature of the time–swell relationship [5].

Methodology to Measure Swelling Pressure

To measure the swelling pressure P_s of the minerals, they were mixed thoroughly with the required amount of Millipore water, and the mixes were stored in desiccators for

24 h for preconditioning and maturing. An oedometer, with ring 75 mm in internal diameter and 25 mm in height, made of stainless steel.

The oedometer ring was placed in the consolidometer, which was connected to a water column. Later, swelling of the sample was recorded over a period of time using an LVDT mounted on the top of the loading pad, which sits on the upper porous stone.

These observations were recorded until the change in LVDT reading vanished. This process is termed as the «swelling cycle». From these observations percentage swelling, defined as the ratio of the change in the height of the sample due to swelling to its initial height H_i , was computed for different samples, and the results are presented in Figure 8 [6].

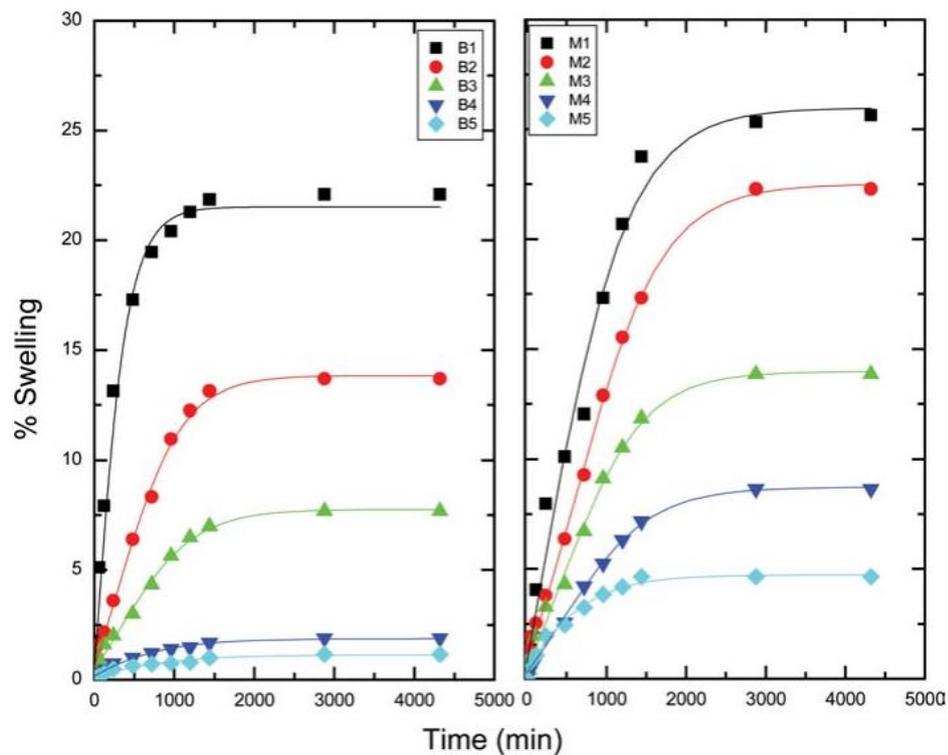


Figure 8 - Free swelling response of various samples [6]

After the completion of the swelling cycle, these samples were loaded in stages, and at the end of 24 hours, LVDT readings were recorded for each load increment. This process is called the "boot cycle". From the recorded LVDT values, the final heights of these samples corresponding to the applied pressure P_a were obtained. Loading continued until the sample was restored to its original H_i height. The percentage compression of these samples was calculated, defined as the ratio of the change in the height of the sample due to

the load to its initial height. Figure 9 shows the compression characteristics of various samples. From this figure, the swelling pressures P_s were obtained, which correspond to the pressure applied to restore the initial height of the sample, i.e. zero percent deformation, and are presented in Table 1 [6].

Table 1

Swelling pressure for various samples

Mineral	Sample	W (%)	P_s (kPa)
Bentonite	B1	13.6	194.26
	B2	30.1	114.80
	B3	40.3	99.22
	B4	60.5	44.69
	B5	67.4	27.69
Montmorillonite	M1	11.4	454.17
	M2	28.8	369.26
	M3	55.3	201.77
	M4	72.3	169.83
	M5	98.3	113.73

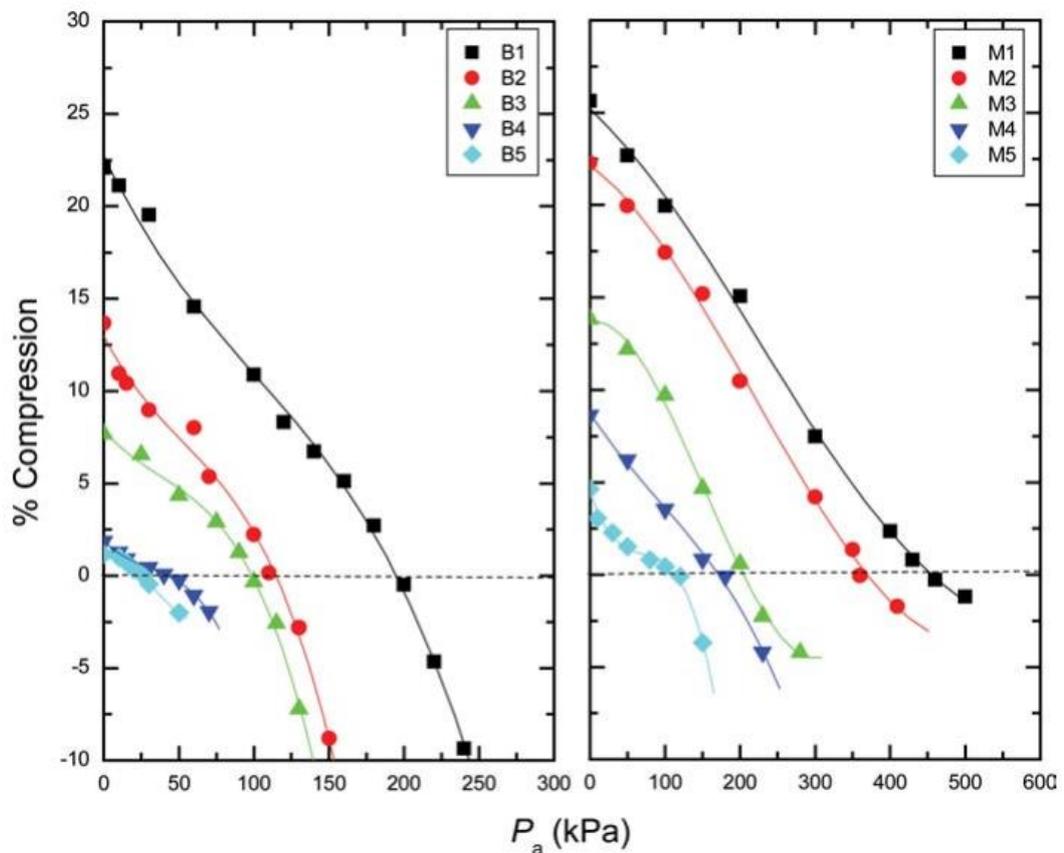


Figure 9 - Compression characteristics of various samples [6]

One-Dimensional Swell Test

The one-dimensional swelling test was carried out in accordance with ASTM D4546. However, the sample preparation in this test procedure has been changed to represent samples prepared for UCS tests. Initially, water was added to the soil at OMC and allowed to balance in an airtight container for at least 16 hours. The soil was then treated with a geopolymer for 30 minutes, and then compacted into a 2.7-inch diameter mold. in diameter and 4 inches. in height. One layer 1.5 inches thick. the height was formed with 25 strokes. Round O-ring 2.5 inches. in diameter and 0.575 inches. The height was then used to extract a 2.5-inch sample. diameter and 0.575 inches. height. Extraction was regulated by pressing the ring into the sample using a hydraulic press. Two copies were prepared for each test mixture to verify the processing sequence. The samples were stored in an airtight container for seven days under ambient conditions (relative humidity 40%, temperature 23 °C) [7].

At the end of the curing period, each specimen was measured to account for any increase in volume during the curing period. This volumetric increase was added to the final volumetric increase observed in the specimen during moisture absorption. The specimen was then placed inside the ring with a porous disk on the bottom to allow moisture absorption. A metallic cap weighing 4 ± 0.2 oz was placed on top of each specimen to simulate swell under a pressure of 0.043 psi. The metallic cap was assumed to have no significant friction with the wall of the ring. Water was added between the ring and wall of the consolidation cell such that water percolated into the specimen only through the porous disc placed at the bottom. A linear variable differential transformer was used to measure the vertical swell of the specimen at intervals of 20 min. The complete test setup is shown in Figure 10 [7].

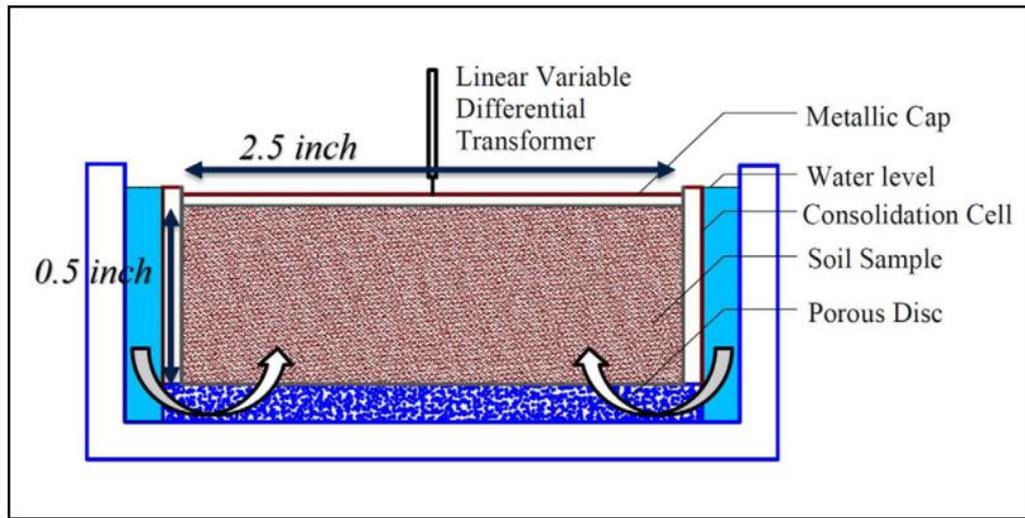


Figure 10 - Schematic of the test setup used for the one-dimensional swell test [7]

The swell test was continued until there was no significant difference in vertical swell between 10 consecutive readings. At the end of the test, the final mass and water content of each specimen were recorded [7].

Results obtained from swell tests performed on MK and FA geopolymer treated clay specimens are shown in Figure 11 along with percentage swell measurements made for untreated and lime treated clay soil.

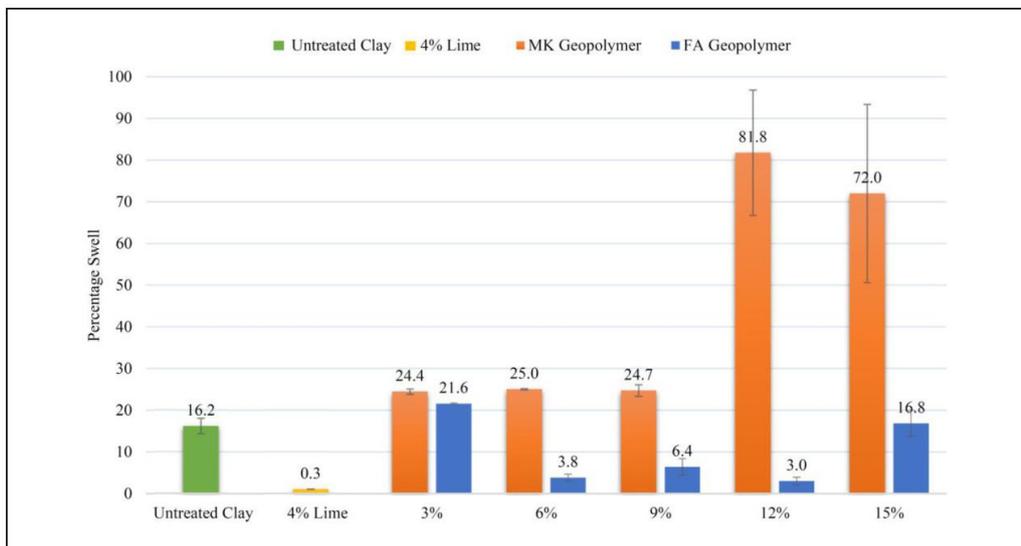


Figure 11 - Swell percentage of untreated, 4% lime stabilized, and MK and FA geopolymer stabilized Atlanta clay after seven days of curing and seven days of swell test

[7]

Clay treated with 4% lime showed dramatic reduction in swell behavior. Significant reduction in swell was also observed in 6%, 9%, and 12% FA geopolymer. Among the geopolymer treatments evaluated, 12% FA geopolymer provided the best results with over 80% reduction in overall swelling. Interestingly, MK geopolymer, which proved to be quite effective in improving the strength of the clay soil, failed to produce any improvement in swell behavior. In fact, MK geopolymer seemed to have adverse effect on the swell behavior of the clay soil [7].

Pre-swelled method

Swell pressure is defined here as the pressure required to compress a specimen which has been soaked and completely swollen under seating pressure, back to its original configuration (i.e. before swelling). The swell pressure was measured by the pre-swelled method [5].

Figure 12 shows the change in sample height (%) and pressure (kPa) curves for soil–bentonite mixtures. This was determined using the oedometer test. Two essential values can be obtained from these results: the compressibility and the swelling pressure of compacted soil. The study showed that the swell pressure increased with increasing bentonite content [5].

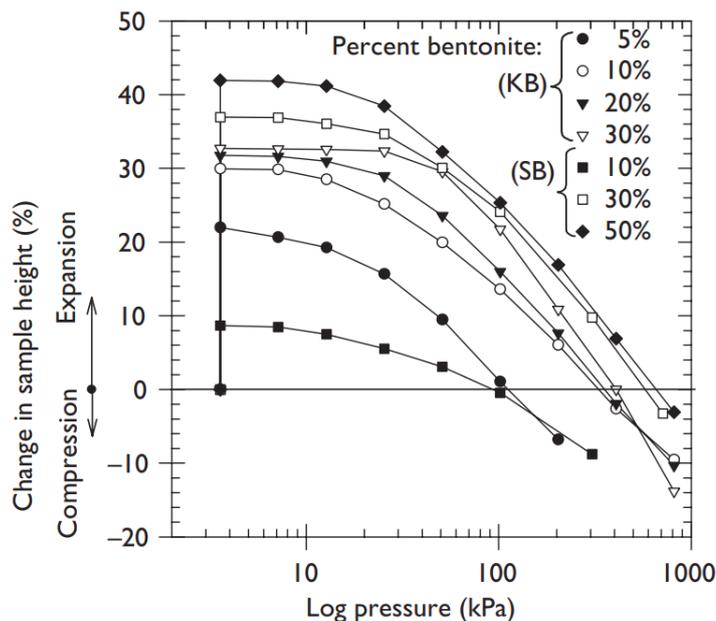


Figure 12 - Percent change in sample height versus loading applied pressure [5]

This article [8] discusses various methods for determining soil swelling under pressure. Experiments by their methods to determine the swelling pressure of clays showed that the conventional consolidation test gives an upper bound value. The method of equilibrium void ratios for various consolidation pressures gives the last value and tests by the constant volume method give intermediate values. However there is no definite relationship between the three methods. The paper also shows that time effects involved in conducting the tests and the effect of stress path are both significant. Time versus swelling, and to a greater extent, time versus preconsolidation relations can be represented by a rectangular hyperbola which can be used to predict the ultimate swelling and the swelling pressure respectively [8].

Tests with varying conditions of molding moisture content and density have exhibited a unique relationship between swelling pressure and the initial dry density for black cotton soil. This result is in line with the osmotic pressure theory. The molding water content has marginal effect on the swelling pressure [8].

A method for calculating theoretical swelling pressures

Care must be taken to control volume change in measuring swelling pressure at different water contents. Interparticle repulsion is countered by an attraction which prevents extended swelling, and swelling Pressure must ideally be measured under conditions of no volume change. For soils except high-swelling clays, the pressure will decrease rapidly with a small volume increase, and measured values often underestimate the actual pressures [9].

The swelling pressure is calculated as the osmotic pressure due to the difference in concentration of ions between the clay particles and in the outside pore water. This gives only the force of repulsion, and will be in error in predicting water retention by the amount of any forces of attraction. The model assumed is that of charged, tabular particles in parallel arrangement with diffuse layers of exchangeable ions which overlap, resulting in an ion concentration between particles higher than that away from their influence. The properties of the system which must be known to make this calculation are: specific surface area of

the clay, nature of the exchangeable ions, concentration of ions in the pore water, and exchange capacity or surface density of charge of the clay [9].

When the best available estimates of swelling pressure are compared with suction from measured water retention curves, the agreement is acceptable from below pF 3 to pF 4, the approximate range of water available to the plant. This is experimental evidence of the equivalence of swelling pressure and water retention forces for clay soils. At suction values below pF the excess of swelling pressure over measured water retention gives a measure of the interparticle forces of attraction [9].

Experimental and Theoretical Basics of Moisture Transfer and Swelling in Clay Soils

It is known that when designing pile foundations on the swelling soils of limited capacity with underlying relatively dense non-swelling soils, it becomes necessary to perform a quantitative analysis of the swelling pressure effect on the foundation, as well as determine how does the pull-out force affect the pile and its embedment depth within the underlying soil. The paper provides experimental and theoretical models of moisture transfer and swelling of clay soils.

It is known that the measure of quantitative estimate of clay soil swelling is a relative swelling of soil as a result of soaking under compression, i.e.,

$$\varepsilon_{sw} = \varepsilon_{sw(0)} (1 - P/P_{sw})^n,$$

where $\varepsilon_{sw} = \Delta h/h_0$ is the relative swelling at pressure $P=0$; P_{sw} is the swelling pressure when swelling is not allowed; and n is the empirical parameter [10].

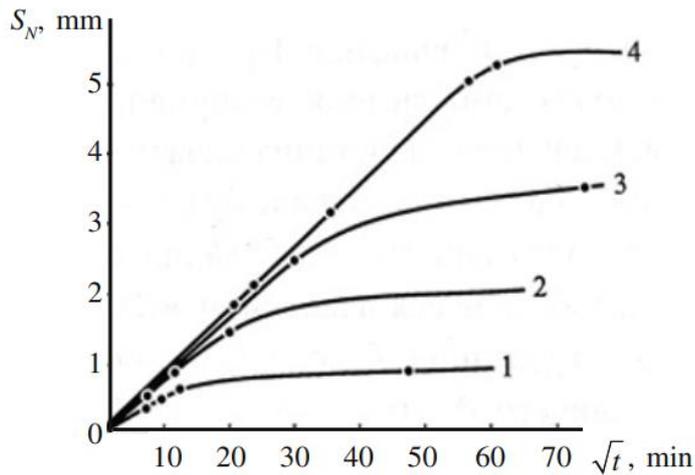


Figure 13 - Swelling progression in the black cotton clay samples (Sudan) of various height under compression (swelling) conditions in a special device with flexible vertical walls under the load of 250 kP [10]

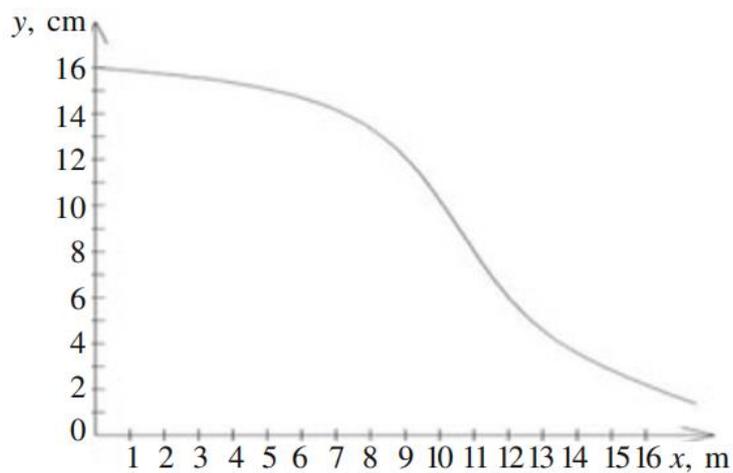


Figure 14 - Surface rise of the swelling soil versus distance from the center of the moisture supply source according to V. S. Sazhin [10]

In order to perform a quantitative analysis of water penetration into the bulk of the swelling soil when saturation occurs through a free surface or from the internal sources of moisture, it is feasible to use the Fick's law, according to which the rate of moisture transfer depends on the humidity gradient.

The time required to complete the moisture saturation under the conditions of the one-dimensional movement of moisture in the samples of various thickness, depends on the square of the sample height, i.e., $t_1/t_2 = (h_1/h_2)^2$ [10].

Conclusions

The paper reviewed various articles that tell about different methods for determining soil swelling. Methods such as the Pedometer Stop Test Method, the free swelling test and the dead load geometric test, the Methodology for Measuring Swelling Pressure were considered, Pre-swelled method and A method for calculating theoretical swelling pressures. These methods are widely distributed around the world and allow you to accurately determine the swelling of the soil.

The chapter also considered the Experimental and Theoretical Basis of Moisture Transfer and Swelling in Clay Soils. These calculations help us in the future to correctly and accurately determine the methods of swelling and obtain accurate results.

References

1. M. Barla, "Tunnels in swelling ground-Simulation of 3D stress paths by triaxial laboratory testing," Ph. D. Thesis, Politecnico di Torino, Italy, 1999.
2. ASTM D4546-14, "Standard test methods for one-dimensional swell or collapse of soils," U.S.A, 2014.
3. Ashraf El-Shamy, Yasser El-Mossallamy, Khalid Abdel-Rahman, Hossam Eldin Ali «Experimental Testing and Numerical Simulations for Typical Swelling Soil in Egypt», International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), September 2019.
4. Erich Pimentel «Existing methods for swelling tests - a critical review» European Geosciences Union General Assembly 2015, EGU
5. R. Hashim and A.S. Muntohar «Swelling rate of expansive clay soils»
6. Thakur, V.K.S., Singh, D.N.: Rapid determination of swelling pressure of clay minerals. Journal of Testing and Evaluation. 2005, 33(4), pp. 239-245.
7. Strength and Shrink/Swell Behavior of Highly Plastic Clay Treated with Geopolymer Suraj D. Khadka¹, Priyantha W. Jayawickrama¹, and Sanjaya Senadheera.
8. A. Sridharan, Sivapullaiah Puvvadi Swelling Pressure of Clays
9. B.P. Warkentin Department of Agricultural Physics, Macdonald College of McGill University «Water retention and swelling pressure of clay soils».
10. Z. G. Ter-Martirosyan¹ and A. Z. Ter-Martirosyan «Foundation and pile interaction with swelling soil».