

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

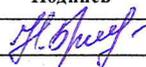
Тема работы
<b>Районирование территории г. Караганды по степени устойчивости геологической среды к строительному освоению</b>

УДК 624.131.1:69:711.112(574.31)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Борисова Карина Евгеньевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Бракоренко Н. Н.	К.Г.-М.Н		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т. Г.	канд.ЭКОН. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин А. А.	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев О. Г.	К.Г.Н		

Томск – 2022 г.

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)

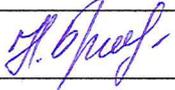
**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2021	Литературный обзор по теме исследования	10
15.05.2021	Анализ инженерно-геологических условий г.Караганды	10
15.09.2021	Сбор и анализ фактического материала	20
15.11.2022	Анализ и выбор факторов, влияющих на устойчивости геологической среды территории г.Караганды	20
15.01.2022	Районирование территории г.Караганды по степени устойчивости геологической среды	30
15.03.2022	Социальная ответственность	5
15.04.2022	Финансовые менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5

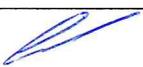
**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н		

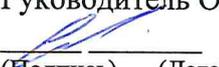
**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	Д.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  
 Савичев О.Г.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ01	Борисова Карина Евгеньевна

Тема работы:

**Районирование территории г.Караганды по степени устойчивости геологической среды к строительному освоению**

Утверждена приказом директора (дата, номер)	17.01.2022 №17-17/с
---	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(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.).</i></p>	<p>Фактический материал ТОО «Геометрия GROUP», нормативные документы, опубликованная литература, данные экспериментальных работ автора</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Литературный обзор по теме исследования</li> <li>2 Анализ инженерно-геологических условий г.Караганды</li> <li>3 Сбор и анализ фактического материала</li> <li>4 Анализ и выбор факторов, влияющих на устойчивость геологической среды территории г.Караганды</li> <li>5 Районирование территории г.Караганды по степени устойчивости геологической среды</li> <li>6 Социальная ответственность</li> <li>7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Роза ветров города Караганда;</li> <li>2) Карта абсолютных отметок рельефа территории г.Караганды;</li> <li>3) Схематическая геоморфологическая карта Карагандинской области;</li> <li>4) Тектоническое районирование и главнейшие складчатые структуры Казахстана;</li> <li>5) Геологический разрез участка работ южной части г.Караганды;</li> <li>6) Геологический разрез участка работ восточной части г.Караганды;</li> <li>7) Геологический разрез участка работ западной части г.Караганды;</li> <li>8) Геологический разрез участка работ центральной части г.Караганды;</li> <li>9) Схематическая карта распространения грунтов с различным расчетным сопротивлением в пределах территории г.Караганды;</li> <li>10) Схематическая карта потенциально подтопляемых участков в пределах территории г.Караганды;</li> <li>11) Фотография: обрушение жилого комплекса «Бесоба»;</li> <li>12) Схематическая карта распространения набухающих грунтов в пределах территории г.Караганды;</li> <li>13) Месторасположение котлована по ул.Терешковой;</li> <li>14) Фотография: котлованы на месте провала по улице Терешковой;</li> <li>15) Фотография: заболоченная территория по улице Терешковой;</li> <li>16) Месторасположение котлована по ул.Новгородская;</li> <li>17) Фотография: котлован по ул.Новгородская;</li> <li>18) Фотография: затопление опоры линии электропередач;</li> <li>19) Месторасположение котлована на пересечении ул.Бухар-Жырау и Саранского шоссе;</li> <li>20) Фотография: котлован на пересечении ул.Бухар-Жырау и Саранского шоссе;</li> <li>21) Фотография: заболоченная территория на пересечении ул.Бухар-Жырау и Саранского шоссе;</li> <li>22) Схематическая карта промышленных объектов в пределах территории г.Караганды;</li> <li>23) Схематическая карта устойчивости геологической среды территории города Караганды.</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент ООД, Сечин А. А.</p>

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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>1 Литературный обзор по теме исследования  2 Анализ инженерно-геологических условий г.Караганды  3 Сбор и анализ фактического материала  4 Анализ и выбор факторов, влияющих на устойчивости геологической среды территории г.Караганды  5 Районирование территории г.Караганды по степени устойчивости геологической среды  6 Социальная ответственность  7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент ООД, Сечин А. А.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН, Рыжакина Т. Г.</p>
<p>Английский язык</p>	<p>Доцент ОИЯ, Болсуновская Л. М.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Current status of the determining stability problem of the geological environment</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>17.01.2022</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Бракоренко Н. Н.	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Борисова К. Е.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2ВМ01		Ф.И.О. Борисова Карина Евгеньевна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Геология
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

<i>Районирование территории города Караганды по степени устойчивости геологической среды к строительному освоению</i>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования – четвертичные отложения г.Караганды с целью оценки устойчивости геологической среды</i></p> <p><i>Область применения – определение грунтовых условий для строительства зданий и сооружений</i></p> <p><i>Рабочая зона: полевые условия</i></p> <p><i>Размеры помещения климатическая зона* – степная</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны – бурильная установка, установка статического зондирования, вспомогательное оборудования для бурения.</i></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне – будущий участок строительства, подверженный влиянию погодных условий.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.</li> </ul>	<p>1 СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.</p> <p>2 ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов</p> <p>3 ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием</p> <p>4 ГОСТ 12.2.108-85 Установки для бурения геологоразведочных и гидрогеологических скважин. Требования безопасности.</p> <p>5 ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности</p> <p>6 ГОСТ 12.2.003-91 Оборудование производственное. Общие требования безопасности</p> <p>7 ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования</p>
<p><b>2. Производственная безопасность <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации</u>:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p><i>Выявить неблагоприятные и опасные производственные факторы: повышенный уровень вибрации; динамические перегрузки; повышенный уровень электромагнитных излучений, пониженная/повышенная температура воздуха; повышенный уровень шума; подвижные части производственного оборудования.</i></p> <p><i>Рассмотреть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к технике безопасности при работе с бурильными установками;</li> <li>- влияние психофизиологических факторов воздействия на организм человека;</li> <li>- меры безопасности перед началом работы;</li> </ul>

	<p>- средства индивидуальной защиты (спецодежда, каска, рукавицы, защитные очки, дополнительная утепляющая одежда при работе в зимнее время).</p> <p>Расчет уровня вибрации на рабочем месте буровищика.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p>Рассмотреть:</p> <p>- воздействие на литосферу: механическое воздействие, связанное с вертикальной перепланировкой рельефа, перемещением грунтов;</p> <p>Воздействие на гидросферу: возможно локальное загрязнение водной среды строительными, хозяйственно-бытовыми отходами и стоками, накапливаемыми на площадках строительства, в случае несоблюдения правил их временного хранения;</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы загрязняющих веществ выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания при работе буровой установки;</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p>Перечень наиболее возможных ЧС: ураган, пожар, снежная буря, степные пожары.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: ураган.</p> <p>Рассмотреть:</p> <p>- правила поведения во время урагана, бури, смерча.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин А. А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ01	Борисова К. Е.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ01	Борисова Карина Евгеньевна

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение</b>	<b>Геология</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.02 Природообустройство и водопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>1 Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в казахстанских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.</i>
<i>2 Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3 Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>1.1 Оценка текущей экономической ситуации в сфере инженерных изысканий 1.2 Потенциальные потребители результатов исследования 1.3 SWOT – анализ 1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации 1.5 Метод коммерциализации научного проекта</i>
<i>2 Инициация проекта</i>	<i>2.1. Устав проекта 2.2. Организационная структура проекта</i>
<i>3 Планирование управления научно-техническим проектом</i>	<i>3.1 Иерархическая структура работ проекта 3.2 Контрольные события проекта 3.3 План проекта 3.4 Бюджет научного исследования 3.5 Организационная структура проекта</i>
<i>4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования 4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования</i>
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<i>1 Карта сегментирования рынка услуг 2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений 3 Матрица SWOT 4 Организационная структура проекта 5 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Т. Г.	канд.экон. наук		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ01	Борисова К. Е.		01.03.2022

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 145 страниц, 38 таблиц, 2 формулы, 26 рисунков, 40 источников.

Ключевые слова: устойчивость геологической среды, районирование территории г.Караганды, карта устойчивости геологической среды.

Объектом исследования является геологическая среда г. Караганды в ее административных границах.

Целью настоящей работы является разработка подходов и оценка устойчивости геологической среды г. Караганды.

В ходе выполнения работы были проанализированы геологические, инженерно-геологические условия г.Караганды, разработаны критерии для оценки устойчивости геологической среды изучаемой территории и составлена карта районирования территории г.Караганды по степени устойчивости.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2020, графический материал выполнен в программе AutoCAD, таблицы и диаграммы составлены программе Microsoft Office Excel 2020.

## ABSTRACT

*Relevancy.* The active economic growth of the construction industry requires the necessity to assess the geological environment for the safe construction of civil and industrial buildings and structures in the presence of small time and financial resources.

*The aim* of the study is to develop approaches and assess the stability of the geological environment of Karaganda city.

*Methods.* Creation of laboratory database (physical and compression characteristics, particle size distribution) and field (description of soils: color, presence of inclusions, determination of groundwater level, sampling intervals) studies of soils in excel; criteria selection for assessing the stability of the geological environment; creation of a map for assessing the geological environment stability of Karaganda city territory.

*Results.* As a result of the research, a schematic map was built to assess the geological environment stability of Karaganda city territory for construction development.

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	11
<b>1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ</b>	13
1.1 Мировой опыт оценки устойчивости геологической среды	13
1.2 Понятие устойчивости геологической среды	22
<b>2 АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г.КАРАГАНДЫ</b>	27
2.1 Инженерно-геологическая изученность г.Караганды	27
2.2 Климат	29
2.3 Геоморфология	31
2.4 Гидрография	33
2.5 Тектоника	34
2.6 Геологическое строение	36
2.7 Гидрогеологические условия	47
2.8 Опасные геологические процессы на территории города Караганды	53
<b>3 РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КАРАГАНДЫ ПО СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ</b>	58
3.1 Методика работы	59
3.2 Картирование территории	59
<b>4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	75
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	76
4.2 Производственная безопасность	77
4.2.1 Расчет уровня вибрации на рабочем месте бурильщика	82
4.3 Экологическая безопасность	83
4.3.1 Защита атмосферы	83
4.3.2 Защита гидросферы	83
4.3.3 Защита литосферы	84
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
<b>5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>	88
5.1 Предпроектный анализ	88
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	90
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	91
5.1.3 SWOT – анализ	93
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	98
5.1.5 Метод коммерциализации научного проекта	99

5.2 Инициация проекта	100
5.2.1 Цели и результаты проекта	100
5.2.2 Организационная структура проекта	101
5.2.3 Ограничения и допущения проекта	102
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом	103
5.3.1 Иерархическая структура работ проекта	103
5.3.2 Контрольные события проекта	103
5.3.3 План проекта	104
5.3.4 Бюджет научного исследования	107
5.3.5 Организационная структура проекта	113
5.3.6. Матрица ответственности	114
5.3.7. План управления коммуникациями проекта	114
5.3.8. Реестр рисков проекта	115
5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	116
5.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования	116
5.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования	121
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	124
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	126
<b>Приложение А</b> Current status of the determining stability problem of the geological environment	132

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность.* В последние годы в Республике Казахстан происходит активный экономический рост строительной отрасли. Усложняются конструкции зданий и сооружений гражданского и промышленного строительства. Это в свою очередь требует детального подхода к изучению инженерно-геологического исследования будущего участка строительства.

Высокая антропогенная нагрузка требует применения современных методов инженерно-геологического картирования для всестороннего изучения природных условий исследуемой территории, что впоследствии может послужить основой для прогноза их изменчивости и обоснования геоэкологической составляющей генерального плана города. Изучение геологических процессов и районирование территорий городов по устойчивости геологической среды проводится и не теряет актуальности уже на протяжении многих лет. Важным методом исследования является картографический метод, который позволяет произвести предварительную оценку территории и тем самым сэкономить временные и денежные ресурсы на предпроектной стадии работ.

*Целью* настоящей работы является разработка подходов и оценка устойчивости геологической среды г. Караганды.

*Задачи исследования:*

- изучить геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия для города Караганды;
- выявить ведущие природные и техногенные факторы, влияющие на устойчивость территории г. Караганды и их взаимосвязей;
- разработать методологические подходы к оценке и прогнозу устойчивости геологической среды и выполнить картирование территории г. Караганды по степени устойчивости.

*Научная новизна.* В результате выполнения комплексных исследований в пределах территории города Караганды было выполнено следующее:

- обобщена и выполнена оценка инженерно-геологических условий в застроенных участках, планируемых к застройке и прилегающих районах.

- определены критерии оценки геологической среды г. Караганды (расчетное сопротивление грунтов, уклон поверхности, глубина залегания подземных вод, наличие специфических грунтов, техногенное воздействие);

- произведено ранжирование критериев оценки геологической среды и как следствие районирование территории;

- составлена карта оценки устойчивости геологической среды г. Караганды для строительного освоения.

*Практическая значимость.* Установленные закономерности формирования геологической среды, их распространение, особенности изменений под влиянием различных природно-техногенных факторов, предлагаемые методы исследований по оценке и прогнозированию устойчивости геологической среды и составленные карты в пределах г. Караганды могут служить основой инженерно-геологической оценки территории и качественных прогнозов геологической среды при освоении новых территорий и промышленных регионов Центрального Казахстана. Результаты исследований по теме диссертации в виде отчетов, заключений, карт будут использованы проектными организациями Караганды и рядом других частных организаций при обосновании проектов изыскательских работ при инженерно-геологической съемке.

# 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

## 1.1 Мировой опыт оценки устойчивости геологической среды

Строительная отрасль на данный момент является крупнейшим фактором, который оказывает влияние на окружающую среду. Под окружающей средой принято понимать систему взаимосвязанных природных и антропогенных объектов, в которых протекает деятельность человека. Строительство являлось и является одним из крупнейших секторов в мировой экономики. Доля строительного сектора в мировом ВВП составляет 14% [1].

В последние годы в Республике Казахстан происходит активный экономический рост строительной отрасли. Объем выполненных строительных работ по всему Казахстану с 2010 г. по 2020 г. увеличился с 1.94 до 4.9 триллионов тенге. Объем строительных работ в Карагандинской области увеличился с 0.9 до 4.7 триллионов тенге за период с 2016 по 2020 гг. С каждым годом усложняются конструкции зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения [2]. Разработка и использование новых технологий и инженерных сооружений представляет собой определенное нарушение естественного хода вещей. Сложные взаимосвязи между техническими объектами и природными условиями проявляются в виде коренных изменений геологической среды и характера развития экзогенных геологических процессов. По словам В.И.Вернадского: «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого» [3].

В связи с тем, что население планеты непрерывно растет, использование территориальной, ресурсной, земледельческой составляющей должно становиться более рациональным. Геологические условия территории необходимо учитывать не только при разработке месторождений полезных ископаемых, но и при освоении новых районов для строительства зданий и сооружений на освоенных или нарушенных техногенными процессами участках [4]. Для оценки будущей территории строительства необходимо проведение инженерно-геологических изысканий. Целью инженерно-геологических исследований является комплексное обследование будущего участка строительства, а именно определение геологического строения территории, мониторинг за подземными водами, определение физических и физико-механических характеристик грунтов. Особое внимание необходимо уделить прогнозированию опасных природных и техногенных процессов. Развитие данных процессов может быть вызвано не только изменением тектонических, гидрогеологических процессов, но и влиянием строительства на грунтовые толщи. Реакция природной среды на техногенные воздействия зависит как от вида и степени такого воздействия, так и от свойств самой среды. Негативные результаты техногенных воздействий не являются неизбежным следствием развития человечества. Это результат недостаточного уровня технического развития, слабая изученность последствий антропогенного воздействия, недооценка особенностей окружающей среды. Развитие таких процессов может оказать неопределимый ущерб на состояние инженерных сооружений, окружающей среды и человека. В связи с этим актуальным становится такая интегральная оценка окружающей среды, как устойчивость геологической среды [5].

Геологическая среда – это верхняя часть литосферы, которая рассматривается как многокомпонентная динамичная система, находящаяся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека и, в свою очередь, в известной степени определяющая эту деятельность [6].

Прежде чем рассмотреть мировой опыт оценки устойчивости геологической среды, рассмотрим классификацию процессов и явлений, которые на нее влияют. Вопросами классификации занимались Саваренский П.Ф, Панюков П.Н. 9 Попов И.В., Ломтадзе В.Ф., Золотарев Г.С., Шеко А.И. [7], [8], [9].

Также была предложена классификация процессов Ломтадзе В.Д., которая автору представляется наиболее полной. В ее основу было положено разделение понятий процесса и явления, представленная в таблице 1.1 [10].

Таблица 1.1 – Классификация процессов по Ломтадзе В.Д.

<b>Процесс</b>	<b>Явление</b>
Деятельность поверхностных вод (морей, озер, водохранилищ, рек и временных водотоков)	Подмыв и разрушение берегов морей, озер и водохранилищ. Подмыв и разрушение речных берегов. Размыв склонов – овражно-балочные явления
Паводки на горных реках	Сели
Деятельность поверхностных и подземных вод	Заболачивание территорий, просадочные явления, карст
Действие подземных вод	Плывуны, суффозия
Действие гравитационных сил	Оползни, обвалы
Деятельность ветра	Развеивание и навеивание
Промерзание и оттаивание горных пород	Термокарст, морозное пучение, наледи
Действие внутренних сил в горных породах	Набухание, усадка, разуплотнение
Действие внутренних сил Земли	Сейсмические явления
Инженерная деятельность человека	Разрушение и уничтожение полезных площадей при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Оседание поверхности земли при значительных откачках подземных вод, нефти и газа. Затопление и подтопление территорий. Вторичное засоление горных пород при орошении территорий.

Специалистами по всему миру проводятся исследования с целью решения проблемы оценки устойчивости геологической среды.

Российскими учеными были рассмотрены вопросы инженерно-геологического районирования. В 1966 г. Рождественская Л.А. защитила кандидатскую диссертацию, в которой впервые были детально охарактеризованы инженерно-геологические условия г. Томска, выполнена типизация геологической среды с целью выбора типов фундаментов сооружений, составлены инженерно-геологическая и геоморфологическая карты города масштаба 1:10 000 и сформулированы методические рекомендации по инженерно-геологическим исследованиям городских территорий для наземной застройки [11].

После внедрения свайных фундаментов и массовой застройки девятиэтажными зданиями на территории города Томска было замечено значительное повышение уровня подземных вод и другие нежелательные явления, связанные с хозяйственной деятельностью. Для установления причин изменения инженерно-геологических условий Г.А. Сулакшина, Л.А. Рождественская, Д.С. Покровский, Н.С. Рогова, Н.В. Крепша и К.И. Кузеванов провели исследования по изучению инженерно-геологических условий территории города Томска и произвели оценку их изменений в связи с хозяйственным освоением. На инженерно-геологической и гидрогеологической картах была отражена динамика изменения уровня подземных вод, а также другие процессы, обусловленные особенностями хозяйственной деятельности, оконтурены зоны подтопления и изменения свойств грунтов и дан обоснованный прогноз дальнейшего развития процессов подтопления [12].

К.И. Кузевановым были установлены особенности и вскрыты причины развития процессов техногенного подтопления городской территории. Выполнено районирование города Томска по степени потенциальной подтопляемости, выявлены очаги наиболее активного развития процессов подтопления [13]. Г.А. Сулакшиной проведена

инженерно-геологическая типизация местности, как основа регионального прогноза изменения геологической среды в связи с инженерной деятельностью человека [14].

Работы по инженерно-геологическому районированию охватили и другие регионы России. Д.Ю. Шуляковым и Е.Н. Неаполитанской проведено районирование территории среднего течения р. Кубань, которое строится на основе классических схем географического районирования Д.Л. Арманда и А.Г. Исаченко: провинция – область – подобласть – район – подрайон – урочище – участок; и схемы геоморфологического районирования западной части Большого Кавказа и Предкавказья. Авторами выделены 8 районов по геоморфологическому признаку [15].

При районировании территории г. Москвы В.И. Осиповым, В.Н. Буровой, В.Г. Заикановым, И.И. Молодых, В.А. Пырченко, и И.С. Сависько применялась оценочная система. Территория города подразделена на геологические тела, близкие по своей геологической истории, строению и составу. На карте отражена оценка выделяемых таксономических единиц по степени сложности их природных условий [16].

На территории г. Саратова В.К. Штыровой и О.Е. Нестеровой оценивались геолого-геоморфологические условия, подтопление территории, оползневые процессы, загрязнение окружающей среды промышленными и бытовыми отходами, образование техногенных геофизических полей, негативное влияние транспорта, наличие отработанных карьеров и загрязненных участков нефтепромыслов, крупных промышленных зон.

В результате выделено два типа городской территории: благоприятный и неблагоприятный (ограниченно-благоприятный) [17].

Петренко А.С. были составлены карты геологического риска г.Москвы и опасности воздействия геологических процессов на объекты строительства. При оценке риска и опасности воздействия оценивались не

только геологическая устойчивость территории, но и типы зданий, их фундаменты и другие конструктивные особенности объектов [18].

В настоящее время данная проблема весьма актуальна и ей посвящено ряд кандидатских диссертаций:

Емельянова, Т.Я. Типизация инженерно-геологических условий Колпашевского Приобья в связи с разработкой схем мелиоративных мероприятий (Томск, 1983);

Крепша, Н.В. Типизация инженерно-геологических условий территории города Томска как основа прогноза их изменений при освоении (Томск, 1990 г.);

Цоцур Е.С. Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Александровского Приобья (Томск, 1994г.);

Строкова, Л.А. Инженерно-геологическое районирование территории Томского Приобья по степени устойчивости геологической среды к техногенной нагрузке (Томск, 1997 г.);

Петренко А.С. Анализ и оценка риска ущерба от последствий опасных геологических процессов на территории крупного города на примере г.Москвы (Москва 2001).

Кузнецов Р.С. Инженерно-геологическое обоснование градостроительной деятельности на территории г. Кисловодска (Москва, 2009г.);

Емельянова И.А. Прогноз изменения инженерно-геологических условий городской инфраструктуры в криогенной зоне Западной Сибири: на примере г. Надым (Екатеринбург, 2010 г.);

Ковязин И.Г. Информационная инженерно-геологическая модель городских территорий для строительного освоения (на примере г. Ханты-Мансийска) (Екатеринбург, 2021 г.)

Леонова А.В. Прогноз развития инженерно-геологических процессов на территории г. Томска (Томск, 2021 г.)

В 2004 г. была проведена оценка и прогнозирование устойчивости геологической среды к природным и техногенным воздействиям территории города Улан-Батор. Состояние геологической среды было отображено в комплексе специальных карт, показывающих ее строение, мощность, гидрогеологические условия, геодинамическую обстановку и особенности рельефа. Набор таких карт позволяет создать обобщенную целостную модель инженерно-геологической ситуации территории, оценить условия протекания инженерно-геологических процессов, современное состояние среды и возможности ее эволюции под воздействием техногенных факторов. Данные карты были построены с помощью принципа типизации геологической среды [19].

В 2011 г. была проведена оценка устойчивости геологической среды горнодобывающего предприятия (месторождение медного колчедана, Южный Урал) к техногенным воздействиям с целью определения пригодности данной территории для создания заповедника, который бы послужил эталоном для восстановления и воссоздания нарушенных степных ландшафтов, сохранения биоразнообразия. Оценивались следующие факторы: химическое загрязнение почв, водная эрозия, дефляция, водно-ветровая эрозия, засоленность, солонцеватость, каменистость, заболоченность, подтопление. По вышеперечисленным параметрам был рассчитан коэффициент нарушенности ландшафта. Эколого-геохимическое состояние оценивалось по следующим загрязнителям: бензапирену, сере, ртути, мышьяку, цинку, никелю, свинцу. В результате был рассчитан показатель геохимического загрязнения ландшафта. Проведена оценка гидрохимической ситуации на водозаборах и рассчитан индекс загрязненности воды. Была оценена степень динамического состояния среды [20].

В 2018 г. был проведен комплексный анализ и оценка природно-техногенных компонентов, определяющих устойчивость геологической среды территории о.Ольхон. При детализации аккумулятивных и

абразионных берегов использована методика выделения подтипов в зависимости от экзогеодинамической обстановки, предложенная Зенковичем В.П. Полевые исследования включали сбор первичных данных с использованием инструментальных измерений: тахеометрической и нивелирной съемок, эхолотирования. На расчистках работы выполнялись с поинтервальным опробованием. В ходе лабораторных исследований были использованы методы определения основных показателей свойств грунтов. Во время эксперимента использовалась методика В.В. Акуловой, учитывающая механические свойства глинистых отложений и основанная на проведении серии стандартных сдвиговых испытаний образцов-дубликатов естественного и увлажненного состояния до и после вибрационных воздействий. Оценка состояния геологической среды о. Ольхон и построение специализированного картографического материала основаны на принципах, разработанных И.В. Поповым, Г.А. Голодковской, А.И. Шеко, В.М. Литвиным, И.П. Ивановым и Ю.Б. Тржцинским, В.К. Лапердиным, К.Г. Леви и Е.А. Козыревой. Для оценки устойчивости геологической среды острова использован принцип комплексного анализа ее геолого-геоморфологических компонентов: распространения мощности и характера залегания грунтов, обладающих различными физико-химическими и деформационными свойствами; особенности геоморфологического строения территории острова (крутизна склонов, тип рельефа); пораженности территории экзогенными геологическими процессами (плотность распространения процессов) [21].

Исследователями из Пермского государственного национального исследовательского университета проводилась оценка устойчивости геологической среды Юрлинского муниципального округа Пермского края. Геоэкологический анализ проведен на основе материалов геоэкологического, ландшафтно-геохимического картографирования территории Пермского края масштаба 1:500 000 и региональных геохимических исследований. Также использована информация из докладов

о состоянии и об охране окружающей среды Коми-Пермяцкого АО за 2000-2014 гг. и Пермского края. Комплексная геоэкологическая оценка состояния природной среды выполнена по методикам ВСЕГИНГЕО, с учетом рекомендаций по оценочным критериям. На основе анализа ландшафтно-геологических систем составлена карта геоэкологического потенциала и устойчивости природных комплексов района с ранжированием по 4 уровням геоэкологической устойчивости – от очень низкой до высокой [22].

Исследователями из Саудовской Аравии была проведена оценка устойчивости геологической среды. Основой для создания карты по инженерно-геологическому районированию послужила геологическая карта, масштаба 1:100 000. Также были проведены полевые и лабораторные исследования для оценки физических и инженерных свойств грунтов и горных пород, описания геологических и геоморфологических особенностей, определения гидрогеологических условий, которые были нанесены на карту. В результате проделанной работы при помощи программного обеспечения ГИС была построена карта устойчивости геологической среды: на основе физических и механических свойств грунтов были выделены 6 характерных зон, 4 характерные зоны по литологическим признакам [23].

Авторы из Пекина (Китай) разработали методологию для создания синтезированной карты угроз. Методология включает в себя несколько этапов: идентификацию различных компонентов геологической опасности; определение матрицы угроз каждого явления путем пересечения индексов интенсивности и частоты; картирование опасностей; составление списка и картографирование незащищенных элементов; анализ их соответствующих значений с экономической, функциональной и стратегической точек зрения; установление типологий для различных групп элементов риска и оценка их уязвимости к различным физическим воздействиям, создаваемым опасными явлениями, и составление карт риска для каждой из основных групп

элементов риска (население, инфраструктура, растительность, атмосфера) [24].

На основании этих работ можно сделать следующие выводы:

1 Проблема оценки устойчивости геологической среды имеет глобальную актуальность и привлекает пристальное внимание ученых по всему миру.

2. Исследователи используют различные факторы, влияющие на устойчивость геологической среды. Выбор классификаторов происходит в зависимости от геоморфологии, тектоники, геологических и гидрогеологических условий исследуемой территории.

## **1.2 Понятие устойчивости геологической среды**

Понятие «устойчивость» широко используется в таких науках как математика, механика, кибернетика, биология, термодинамика. Диалектика устойчивого развития находит отражение в синергетике, теории хаоса, теории фракталов, науке о сложности, теории катастроф и других современных научных концепциях мира. Например, согласно синергетике, источником становления устойчивых систем является именно неустойчивость структур и неопределенность процессов [25]. В строительной механике под устойчивостью понимается способность сооружения сохранять свое первоначальное положение или форму [26].

С течением времени такой термин, как устойчивость начал использоваться в биологии и термодинамике, а в конце 60-х годов XX века - в географических и геологических науках [27].

Первое определение термину «устойчивость» было дано русским математиком и механиком А.М Ляпуновым, еще в XX в.: «способность явления (состояния) или процесса мало изменяться (или совсем не изменяться) под действием причин, стремящихся его изменить» [28].

Недостаток этого определения в том, что оно рассматривает явление как простое и неделимое, в то время как природные явления характеризуются многокомпонентностью и сложностью функционирования [29].

Чульский Л.А. определяет устойчивость в природе как важное свойство всех форм движения материи от простейшего механического движения - перемещения тел в пространстве - до таких сложных форм, как мышление и общественная жизнь отдельного человека и коллектива [30].

В данном исследовании понятие устойчивости будет рассматриваться с геологической точки зрения. Но прежде, чем перейти к геологической устойчивости необходимо рассмотреть понятие «Глобальная устойчивость».

В основе глобальной устойчивости лежит концепция ноосферы и устойчивого развития. Концепция ноосферы была сформулирована Вернадским и состоит в следующем: «Как живое вещество и косная материя, объединенные цепью прямых и обратных связей, образуют единую систему – биосферу, так человечество и природная среда образуют единую систему – ноосферу. Вернадский В.И. подчеркивал, что возникновение ноосферы как части биосферы есть природное явление, гораздо более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история. «...Все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, разумом и направленным этим разумом его трудом. Ноосфера есть новое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом» [31].

Устойчивое развитие – это процесс экономических и социальных изменений, при котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих

потребностей и устремлений. Во многом речь идёт об обеспечении качества жизни людей [32].

Для обеспечения такого глобального устойчивого развития, помимо рациональных экономических и социальных преобразований, необходимо сохранение устойчивости природных сред, в том числе устойчивости геологической среды.

Геологическая среда в инженерной геологии рассматривается как часть литосферы, взаимодействующая с различными инженерно-хозяйственными объектами или инженерными сооружениями, созданными человеком. Под инженерными сооружениями понимают любые техногенные объекты техносферы, созданные человеком в процессе инженерно-хозяйственной деятельности в пределах геологической среды или на ее поверхности, включая открытые или подземные выемки. Термином «хозяйственная деятельность» обозначаются всевозможные воздействия происходящие в техносфере. Сами же инженерные сооружения рассматриваются как источники техногенных воздействий той или иной природы на геологическую среду в целом или на ее отдельные элементы (горные породы, рельеф, подземные воды) [29]. Техногенными воздействиями называются различные по своей природе, механизму, длительности и интенсивности влияния, оказываемые человеком действия на объекты геологической среды в процессе его жизнедеятельности и хозяйственного производства. Взаимодействие инженерного сооружения с геологической средой определяется сочетанием типа сооружения с типом среды как принципиально различных по материалу: «материал» геологической среды «живет» по природным законам, а «материал» инженерного сооружения – по техническим. При этом задача проектировщика состоит в том, чтобы из этого разнообразного материала создать единую природно-техническую систему (ПТС) [33].

Советский и российский географ А.Д. Арманд выделял два вида устойчивости. Первый – неизменность во времени или в пространстве

безотносительно к причине (внешней или внутренней), инертность, стабильность. Этот вид не предполагает активной реакции системы на воздействие, что отвечает ее стабильности. Второй – способность систем противостоять внешним и внутренним возмущениям, сохраняя равновесное или гомеостатическое состояние, а также структуру, характер функционирования и траекторию движения в течение относительно продолжительного времени, сравнимого с характерным временем изменяющих систему процессов. Устойчивость этого типа в большинстве случаев возникает в результате способности ее к саморегулированию под действием обратных связей [34].

Украинский ландшафтовед Гродзинский М.Д. определяет устойчивость геосистемы как способность при воздействии внешнего фактора пребывать в одном из своих состояний и возвращаться в него за счет инертности и восстанавливаемости, а также переходить из одного состояния в другое за счет пластичности, не выходя при этом за рамки инварианта в течение заданного интервала времени [35].

Советские и российские инженера-геологи Голодковская Г.А. и Елисеев Ю.Б. относительно применения понятия «устойчивость» выделяют три возможных случая, различающихся по принципу конкретизации объекта. В первом случае устойчивость системы трактуется лишь относительно определенного вида воздействия на эту систему: например, механическая устойчивость массива по отношению к механическому воздействию. Во втором случае предполагается, что свойство устойчивости геологической среды является изначальным и не зависит от внешнего воздействия. Например, тип геологического строения территории, особенности взаимосвязи водоносных комплексов, наличие буферных зон и термодинамических геохимических барьеров определяют устойчивость данного типа территории к ее химическому загрязнению. В третьем – устойчивость геологической среды определяется на компонентной основе,

т.е. выясняется подверженность отдельных компонентов геологической среды техногенным изменениям [36].

Бондарик Г.К. употребляет термин «устойчивость» в контексте способности системы подавлять внешние импульсы и длительное время сохранять свои функции. Методика оценки ресурсов устойчивости основывалась на определении максимально-допустимых значений импульсов воздействия. Однако предварительно необходимо было определить границы допустимых изменений геологической среды. При этом определение устойчивости геологической среды усложняется тем, что необходимо определить не только перечень компонентов инженерно-геологических условий, но и выразить их изменения количественно [37].

В качестве термина «устойчивость геологической среды» нами принят термин Бондарика Г.К.

#### Выводы по главе 1

1 Оценка и прогнозирование устойчивости геологической среды к природным и техногенным воздействием является необходимым условием для безопасного строительства зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, в условиях глобального развития инженерно-хозяйственной деятельности.

2. Выбор природных и антропогенных факторов для оценки устойчивости геологической среды, их ранжирование, методы отображения результатов являются объектом многочисленных исследований разных авторов по всему миру.

## 2 АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

### Г.КАРАГАНДЫ

Инженерно-геологические условия территории определяют активность и интенсивность развития опасных геологических процессов на территории и требуют тщательного и всестороннего изучения.

#### 2.1 Инженерно-геологическая изученность г.Караганды

Инженерно-геологические исследования на территории Карагандинской области начали проводиться с 1934 г., в связи с чем здесь могут быть выделены только два исторических периода довоенный и послевоенный.

*Довоенный период.* С начала этого периода инженерно-геологические работы сводились к проведению изысканий на отдельных участках или площадках под строительство промышленных и гражданских объектов. По мере совершенствования методики и техники инженерно-геологических работ, а также с расширением круга решаемых задач инженерно-геологические изыскания обособились в группы: под гражданское и промышленное строительство; под гидротехнические сооружения; под строительство дорог и трасс электропередач. В 1934 1935 гг. Д. Н. Бурцевым (Каргеолразвбюра) были проведены изыскания под строительство Нового города Караганды для характеристики инженерно-геологической обстановки площади в целом. Начиная с 1937 по 1939 г. Н.О. Гандрихом, П.Т. Кожуховым, З.П. Семеновой и другими (Каргеолбюро) проводились более детальные работы под конкретные объекты строительства. В этот же период большие инженерно-геологические работы по Караганде проводились А. Е. Петровым (Каргеолбюро) [38].

*Послевоенный период.* В 1945 г. А. В. Беловой и А. П. Выходцевым (Казахуглеразведка) были проведены гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания на строительной площадке Карагандинского завода горношахтного оборудования, а в 1949 г. З.П. Семеновой (Казахуглеразведка) дана полная характеристика инженерно-геологических условий стройплощадки Карагандинского мясокомбината и прилегающих поселков, кирпичных заводов. В этот период выполнялись также многие инженерно-геологические изыскания, связанные со строительством железных и шоссейных дорог, линий электропередач и других объектов. В 1954 -1957 гг. такие работы проведены на площадке автодорожного путепровода Караганда - Тентек, И.Б. Хисамутдиновым на автодороге Караганда - Балхаш (Каздорпроект). Большие работы с 1956 по 1965 г. проведены организациями Карагандагипрошахт, Казгипросовхоздстрой, Промстройпроект, филиалам Казахского государственного института инженерных изысканий под планировку центральных усадеб и полива орошаемых земель совхозов области. Однако все имеющиеся инженерно-геологические материалы дают лишь разрозненные по площади характеристики современных поверхностных отложений и весьма ограниченные по коренным породам. Единственная сводная работа, составленная в 1962 г. Всесоюзным научна-исследовательским институтом гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) в содружестве со Вторым гидрогеологическим управлением, Казахским гидрогеологическим трестом и Восточно-Казахстанским геологическим управлением, это инженерно-геологическая карта Казахской ССР масштаба 1: 1 500000 (под редакцией М. В. Чуринова), в которой отражен весь имевшийся на тот период фактический материал. Кроме указанной работы большую ценность представляет «Каталог учетных карточек на инженерно-геологические работы по Карагандинской области» (Е. Штифанова), составленный Казахским государственным институтом инженерных изысканий в 1966 г. В этом каталоге учтены все инженерно-геологические работы,

выполненные проектно-изыскательскими организациями для целей различного вида строительства в период с 1955 по 1965 г. Таким образом, детальные инженерно-геологические работы проводились преимущественно на отдельных относительно небольших участках, связанных со строительством городов, рабочих поселков и промышленных предприятий. Остальная часть территории в инженерно-геологическом отношении практически не изучена [38].

## 2.2 Климат

Климат на территории города Караганды резко континентальный, что обусловлено удаленностью территории от больших водных пространств, а также свободным доступом теплого субтропического воздуха пустынь Средней Азии и холодного, бедного влагой, арктического воздуха. Зима холодная и продолжительная с устойчивым снежным покровом, с часто наблюдающимися сильными ветрами и метелями. Лето короткое и жаркое. Район относится к зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения [38].

*Радиационный баланс.* Число ясных дней в году (по общей облачности) в Караганде – 80. Суммарный приток солнечной радиации за год составляет 110 ккал/см<sup>2</sup>. В декабре он составляет 2-3, а в июне достигает 16-18 ккал/см<sup>2</sup>. Отражательная способность изменяется в зависимости от полугодия. Величина альбедо в теплый период составляет 20%, а зимой – 70%. Суммарные годовые величины радиационного баланса изменяются от 40 до 42 ккал/см<sup>2</sup>. Максимальный радиационный баланс наблюдается в летнее время (июнь-июль) и составляет 6-9 ккал/см<sup>2</sup>. Годовая амплитуда радиационного баланса 9 – 9.5 ккал/см<sup>2</sup> [38].

*Температура воздуха.* Средняя годовая температура воздуха по данным КазГидромета в Караганде 2.8°C. Средняя месячная температура самого холодного месяца года – января, составляет -13.6°C, а самого теплого

– июля +20.4°С. В отдельные, очень суровые, зимы температура может понижаться до -42.9° мороза (абсолютный минимум). В жаркие дни температура может повышаться до +40.2° (абсолютный максимум). Данные по температурам по месяцам представлены в таблице 2.1 [39].

Таблица 2.1 Температура воздуха

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-13.6	-13.2	-6.6	5.8	13.3	18.9	20.4	18.3	12.3	4.1	-4.8	-11.0	3.7

*Влажность воздуха.* Относительная влажность воздуха в среднем за год составляет 65%, данные по месяцам представлены в таблице 2.2. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 79%. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 55% [39].

Таблица 2.2 Относительная влажность воздуха

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
79%	78%	78%	61%	54%	50%	55%	52%	53%	65%	77%	78%	65%

*Ветер.* Незащищенность территории от проникновения в ее пределы воздушных масс различного происхождения благоприятствуют интенсивной ветровой деятельности. Обширность территории и сложный рельеф обуславливают значительные различия в скорости и направлении ветра. В районе на всем протяжении календарного года отмечается большое количество ветренных дней, иногда отмечается полный штиль. Ветры имеют значительные колебания в скорости и направлении. Преобладающее направление ветра – восточное, часто бывают южного и западного направления. В зимнее время ветры отличаются большими скоростями (>15 м/с иногда достигают 24 м/с), в связи с этим зимой часто наблюдаются сильные снежные бури, иногда и ураганы, которые вызывают большие переносы снега с открытой местности в пониженные участки рельефа, часто нарушая движение по дорогам. В теплое время такие ветры приносят песчаные ураганы. Летом бывают суховеи, во время которых возникает явление мглы,

когда видимость не превышает 1 км, а иногда снижается до нескольких десятков метров. Среднегодовая скорость ветра равна – 5.1 м/сек. Количество дней с ветром в году составляет 280-300. На рисунке 2.1 представлена роза ветров города Караганда [39].

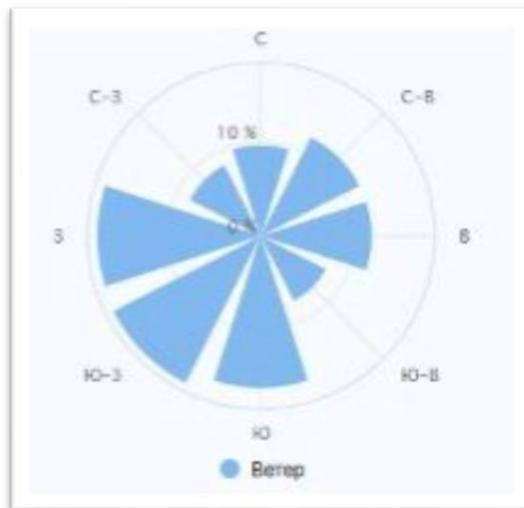


Рисунок 2.1 - Роза ветров города Караганда.

*Атмосферные осадки.* Среднее количество атмосферных осадков, выпадающих за год по г. Караганде равно 332 мм. По сезонам года осадки распределяются неравномерно, наибольшее количество их выпадает в теплый период года (апрель-октябрь) – 227 мм, за холодный (ноябрь-март) – 105 мм [39].

## 2.3 Геоморфология

Геологическое строение Казахского нагорья характеризуется большой сложностью и фрагментарностью. В связи с этим как современные движения, так и рельеф отличаются значительным разнообразием. Карагандинская область занимает наиболее возвышенную часть Казахского мелкосопочника – Сарыарки, которая представляет сильно приподнятую территорию (абсолютная высота 486-664 м) (рисунок 2.2). Рельеф осложнен мелкосопочными понижениями, речными долинами, сухими руслами

водотоков, лощинами с выходом на поверхность грунтовых вод, бессточными впадинами, озерными котловинами, степными блюдцами. Характерным признаком территории служат выходы плотных пород в виде скал, каменистых нагромождённых и россыпи, сильно расчленённых и хаотичных по рельефу [38].

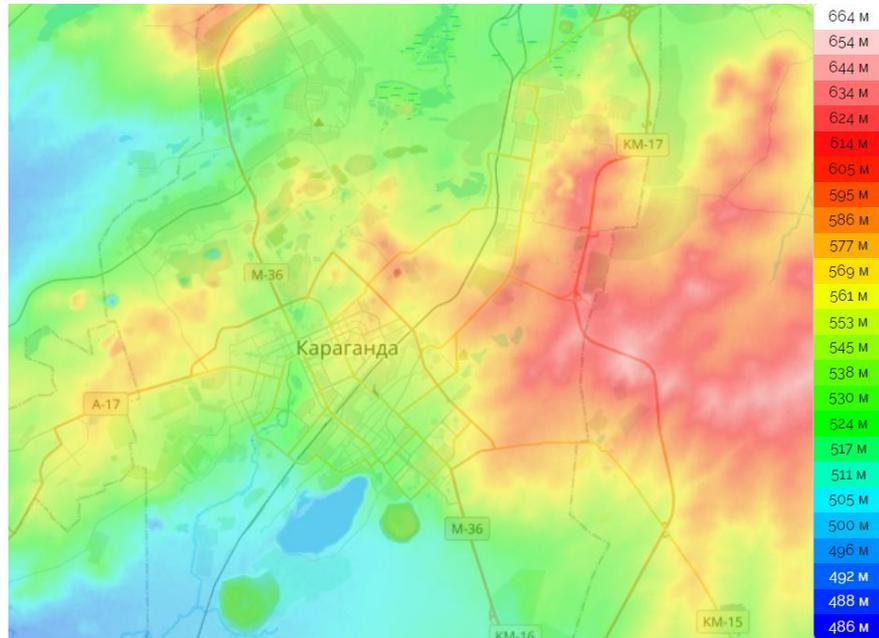


Рисунок 2.2 – Абсолютные отметки рельефа территории г.Караганды [40]

Согласно геоморфологической карте (рисунок 2.2), территория города Караганды относится к денудационно - эрозионной форме рельефа – цокольной равнине.

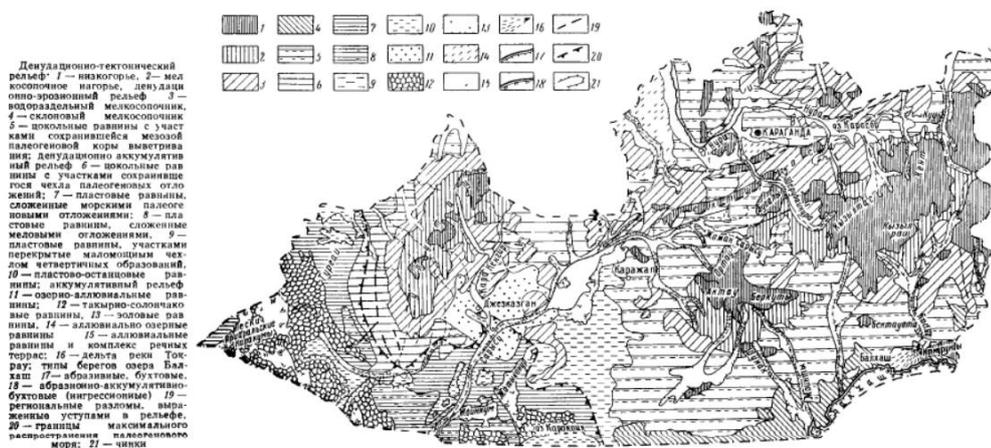


Рисунок 2.2 – Схематическая геоморфологическая карта Карагандинской области (составили И.В. Орлов, М.А. Авербух)

Денудационно-эрозионный рельеф, представленный водораздельным, реже склоновым мелкосопочником и приподнятыми цокольными равнинами, образовался на площадях, испытавших менее интенсивные неотектонические поднятия. Формирование этого типа рельефа происходило преимущественно под влиянием плоскостной и избирательной денудации в течение значительной части палеогена, неогена и плейстоцена [41].

Цокольные равнины с участками сохранившейся палеогеновой глинистой коры выветривания наиболее широко развиты на территории города. Поверхность равнин часто прикрыта элювиальными образованиями мощностью 0.2 – 0.4 м и осложнена увалами, грядами и холмами с очень пологими склонами (3-6°). Превышение увалов над общим уровнем равнин обычно 5 – 10 м. Вершины их плоские, ширина чаще изменяется от 0.5 до 1 км, длина составляет несколько километров. Друг от друга увалы отделяются плоскодонными саями шириной 200 – 600 м. Преобладание глинистых образований в рыхлом покрове препятствует пополнению и активному водообмену подземных вод, способствуя их заболачиваемости и засоленности почв на выровненных участках рельефа и увеличению общей минерализации грунтовых вод [41].

## **2.4 Гидрография**

Характерной особенностью гидрографии территории города Караганды является густая речная сеть, которая представлена относительно большим количеством временных водотоков, имеющих сток только в период весеннего снеготаяния.

Гидрографическая сеть города Караганды представлена реками Нура, Малая и Большая Букпа, Сокур, Кокпекты. Крупной водной артерией является река Нура. Реки Кокпекты и Сокур являются притоками р.Шерубайнура, которая является притоком р.Нура. Реки Малая и Большая Букпа являются

частью бассейна реки Сокур. Реки имеют преимущественно снеговое питание и отчасти – грунтовыми водами. В крупных долинах в засушливые периоды года некоторое восполнение речного стока осуществляется подземными водами четвертичного аллювия, зато в половодье происходит обратное явление: поверхностные воды рек и озер служат основным источником питания подземных вод.

## 2.5 Тектоника

Территория Центрального Казахстана почти целиком лежит в пределах Казахского щита эпигерцинской Урало-Сибирской платформы и лишь частично включает окраины Туранской и Западно-Сибирской плит.

Территория города Караганды относится к Карагандинской складчатой системе (рисунок 2.3) Моинты-Караганда-Предчингизская структурно-формационная мегазона (зона краевого вулканического пояса) включает Западно-Балхашскую, Приатасуйскую и Карагандинскую впадины, Чубартау-Урджарский синклинии, Спасский и Акбастауский антиклинории [42].

Центральный блок Карагандинской зоны, которому позднее было суждено испытать длительное прогибание, был уже в раннем — среднем девоне относительно опущен и характеризовался развитием базальтового вулканизма. В начале живетского века восточная часть Карагандинской зоны заливается мелководным морем, в котором до конца франа шло накопление серо-цветных или пестроцветных песчаниковых толщ, более или менее насыщенных карбонатными породами. Ожившие же пограничные разломы (Акбастауский, Спасский, Чубартауский) поставляли на поверхность базальтовые расплавы [42].

В современном структурном плане Карагандинская впадина представляет собой типичную синклиналь, вытянутую в широтном

направлении. Граница впадины условно проводится по выходам на поверхность кровли нерасчлененных отложений нижнего и среднего девона.

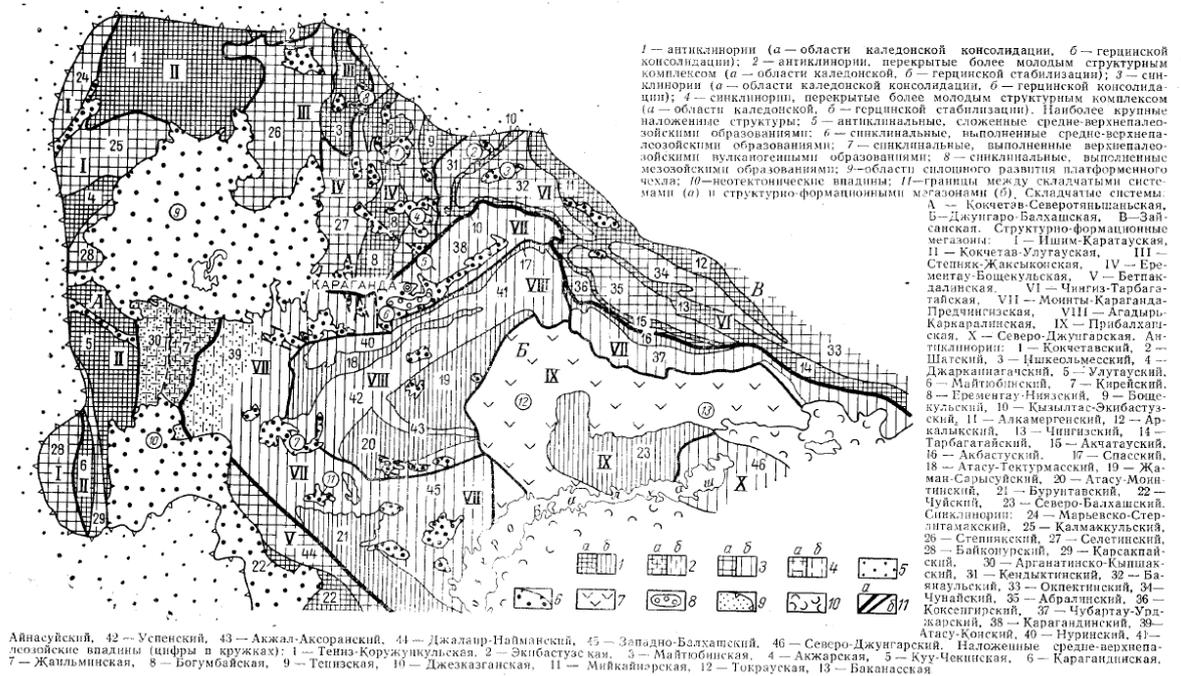


Рисунок 2.3 – Тектоническое районирование и главнейшие складчатые структуры Казахстана [43]

Наибольшая длина впадины в этих границах около 120 км, наибольшая ширина до 70 км. Впадина со всех сторон ограничена выходами силурийских и ниже-среднедевонских пород. Северный борт впадины характеризуется наиболее простым строением. Он имеет изогнутую конфигурацию в плане, так как осложнен двумя выступами – Саранским и Майкудукским поднятиями. В пределах Карагандинской впадины выделяется 5 структур второго порядка: Чурубай-Нурина, Карагандинская и Верхнесокурская мульды и разделяющие их Дубовско-Саранское и Майкудукско-Акжарское поднятия [43].

Карагандинская мульда расположена в центральной части Карагандинского бассейна. Размеры ее по длинной оси составляют около 30 км, а по короткой – около 18 км. От Верхнесокурской мульды Карагандинская отделена Майкудукско-Акжарским поднятием. По Майкудукскому взбросу, ограничивающему с запада вышеупомянутое поднятие, проходит восточная

граница Карагандинской мульды. В северной его части Майкудукский взброс отбивается очень четко благодаря наличию открытого контакта эффузивов девона с осадочным комплексом карбона. На юге он оказывается прикрытым мощной толщей мезозойских отложений и прослежен геофизиками до р.Сокур. Карагандинская мульда представляет собой сложно построенную синклиналь с СВ простиранием оси. Форма мульды неправильная, приближающаяся к четырехугольной. Большая часть мульды с поверхности покрыта мезозойскими осадками, мощность которых увеличивается с севера на юг. Мульда характеризуется асимметричным строением. Ее СЗ крыло пологое, а южное крутое. Крылья Карагандинской мульды сложены породами ашлярикской и карагандинской свит. В центре мульды под мощным покровом мезозоя залегают породы надкарагандинской свиты, а в юго-западной, наиболее прогнутой части мульды, под покровом мезозоя лежат породы нижней части долинской свиты [43].

Верхи долинской свиты, а также отложения тентекской и шаханской свит в Карагандинской мульде отсутствуют в связи с большим эрозионным срезом палеозойских отложений. Тектоника южного крыла Карагандинской мульды очень сложна. Угленосные свиты и отложения известняко-сланцевой толщи собраны в систему складок с крутыми углами падения и сильно нарушены многочисленными разрывами, часто захватывающими также и мезозойские отложения [43].

## 2.6 Геологическое строение

Территория города Караганды относится к Карагандинской складчатой системе. В геологическом строении территории г. Караганды принимают участие следующие стратиграфические подразделения:

*Девонская система (D).* Нерасчлененные ниже-среднедевонские вулканогенные породы широко распространены в пределах Западно-

Балхашской и Карагандинской синклиналильных зон, а также в Предчингизье, образуя так называемый вулканический пояс между каледонидами и герцинидами. Характеризуются они преобладанием в низах разрезах основных эффузивов и их туфов, а в верхах – кислых лав, лавобрекчий и туфов. Мощность эффузивной толщи достигает 3000 м [42].

Отложения фаменского яруса имеют обычно однообразный карбонатный состав, в котором при приближении к склонам древних поднятий появляется терригенный материал. При этом в Карагандинском синклинории среди известняков и песчаников иногда отмечаются прослои кислых туфов, причем количество их к юго-востоку увеличивается. Метаморфизация девонских пород по площади неравномерна. Наиболее интенсивно проявляется контактовое воздействие интрузий и гидротермальных процессов на карбонатные породы, выражающиеся в образовании скарнов. Осадочно-вулканогенные породы иногда превращаются во вторичные кварциты [42].

*Каменноугольная система (С).* Образования этого возраста имеют весьма широкое распространение и отличаются многообразием литологических типов и сложным переходом фаций. В Карагандинском синклинории основное значение в строении визе-намюрской толщи приобретают угленосные осадки. Породы в подвижных приразломных зонах интенсивно раздроблены и местами превращены во вторичные кварциты. На больших площадях степень трещиноватости их незначительная, причем преобладают трещины напластования и сланцеватости, часто закольматированные глинистым материалом [42].

*Пермская система (Р).* Пермские отложения представлены чередованием аргиллитов и алевролитов с прослоями каменной соли и ангидрита. Породы имеют преимущественно монолитный облик.

*Юрская система (J).* Отложения этого возраста имеют ограниченное развитие в пределах отдельных грабен-синклиналей и залегают непосредственно на палеозойских образованиях. Наиболее крупный участок их выхода на поверхность располагается в средней и восточной частях

Карагандинского синклиория. Нижнеюрские осадки представлены конгломератами и песчаниками, которые сменяются вверх по разрезу углистыми аргиллитами с прослоями бурых углей. В строении среднеюрских отложений отмечается аналогичная закономерность: нижняя рыхлая конгломерат-песчаниковая кумыскудукская свита перекрыта аргиллитовой толщей с мощными прослоями углей. По направлению к южному борту Карагандинского бассейна все описанные породы переходят в красноцветные конгломераты. Общая мощность юрских накоплений в Карагандинской впадине 600-700 м [42].

*Меловая система (K).* Осадки мелового возраста развиты исключительно в юго-западной и западной частях области и не затрагивают территорию города Караганды [42].

*Палеогеновая система (Pg).* Комплекс палеогеновых осадков развит в значительной площади. Верхнеолигоценые образования приурочены к глубокому тальвегу древних долин рек Сарысу, Нуры, Шерубайнуры, Жарлы, Талды, Моинты и будучи перекрыты более поздними отложениями, вскрываются скважинами на глубине от 20 до 80 м. Представлены они разнозернистыми песками с прослоями глин и глинистого гравия. Мощность их колеблется от 4 до 30 м [42].

*Неогеновая система (N).* Неогеновые рыхлые континентальные отложения развиты почти повсеместно, выполняя крупные плоские эрозионные впадины на крайнем западе и глубокие долины на востоке в пределах складчатого палеозойского фундамента. Нижняя толща неогенового возраста имеет глинистый состав и разделяется на две свиты: аральскую – нижне-среднемиоценовую, представленную озерными плотными загипсованными глинами, и павлодарскую – верхнемиоценовую - нижнеплиоценовую, сложенную также глинами с включениями гипса и карбонатных стяжений; изредка на отдельных участках отмечаются линзы песка. Плиоценовые образования отличаются пестрым составом и непостоянным соотношением глинистых, песчаных, гравелистых и галечных

разностей пород. Мощность этих осадков, имеющих озерно-аллювиальный генезис, не превышает 20 м. На низких водоразделах и делювиально-пролювиальных шлейфах широко развиты нерасчлененные плиоцен-плейстоценовые покровные суглинки сложного генезиса, тесно связанные в залегании с четвертичными осадками [38].

*Четвертичная система (Q).* Четвертичные отложения покрывают маломощным чехлом всю территории, за исключением вершин сопок. Вместе с тем они отличаются значительным разнообразием генетических типов. На обширных выровненных пространствах, а также в пределах водораздельного мелкосопочника развита толща покровных желто-бурых суглинков, суглинисто-песчаных и суглинисто-щебенистых отложений элювиального, делювиального, делювиально-пролювиального и смешанного субаэрального генезиса. Из них наиболее широко развиты и нерасчлененные осадки плиоцен-нижнечетвертичного возраста, представленные на участках древних конусов зыноса в пределах Сарысу-Балхашского водораздела и по правобережью р. Каракенгира красно-бурыми плотными суглинками с карбонатными стяжениями и изменчивым количеством щебенистых прослоев и песчаных линз. На восточном склоне Сарысу-Тенизского водораздела в разрезе этих отложений отмечается преобладание песчано-гравийного материала со значительным содержанием пылевой фракции. В пределах Тенизской впадины, по периферии Ерементausкого поднятия и на низких водоразделах в северной части области развиты суглинисто-песчаные лёссовидные толщи с преобладанием в нижней части разреза элювиального материала, которые по возрасту относятся к плиоцену — среднему плейстоцену. Мощность древних покровных образований отличается большим непостоянством и колеблется от 2 до 60 м, но чаще составляет 10-20 м. Более молодые делювиально-пролювиальные средне-верхнеплейсто-ценовые отложения имеют еще большее развитие. Они слагают предгорные шлейфы, опирающиеся на поверхность второй надпойменной террасы, и часто прикрывают нижнюю часть склонов долин. Сложены они суглинками, в которых присутствует

дресвяно-щебенистый материал. Мощность их изменяется в пределах 5 -20 м, редко достигает 30 м. Эоловые осадки верхнеплейстоценового и современного возраста широко развиты на юго-западе области Массивы эоловых песков на площади Тургайского прогиба приурочены к участкам распространения песчаных толщ среднеолигоценового возраста, обнажающихся на склонах долин и останцовых плато, а по левобережью рек Нуры, Сарысу и в низовьях Токрау— к поверхности современных и древних речных террас. Эоловые отложения по составу близки к материнским породам, за счет перевевания которых они образовались. Поверхность песчаных бугров и гряд обычно закреплена растительностью, развеивание наблюдается по окраинам массивов. Мощность эоловых отложений 2-20 м. К покровным отложениям могут быть отнесены также верхнеплейстоценовые и современные элювиально-делювиальные и такыро-солончаковые образования, развитые в различной степени на всей рассматриваемой территории. Кроме того, к этой же группе условно относятся, не выделяющиеся отдельно в масштабе карты, аллювиальные и озерные осадки многочисленных мелких саев и современных озерных котловин [38]. Состав их весьма непостоянный. Вблизи источников сноса преобладает грубый материал, образующий линзы и прослой дресвяника среди плотных суглинков и опесчаненных глин. В пониженных частях рельефа увеличивается содержание пылеватой и глинистой фракций, вмещающих непостоянное количество слабоокатанного разнозернистого песчаного материала. Мощность этих образований колеблется от 1.5-2 м вблизи источников сноса до 5-7 м вдали от него. С песчано-гравийными, щебенистыми и песчаными линзами связано, как правило, некоторое скопление грунтовых вод. Разновозрастные аллювиальные отложения и связанные с ними озерно-аллювиальные образования приурочены в основном к крупным речным долинам. Наиболее древние не очень широко распространенные нижне- и среднеплейстоценовые озерно-аллювиальные и аллювиальные осадки слагают в ряде мест приречную равнину или третью надпойменную террасу и на некоторых участках выходят на низкие

водоразделы. Они характеризуются разнообразным составом. В среднем течении р. Нуры на меридиональном её отрезке в их разрезе преобладают песчаные, чаще загипсованные глины и плотные суглинки, среди которых, преимущественно в основании, встречаются прослои и линзы глинистых песков, супесей и гравия. Мощность осадков достигает 20 м. В пределах Карагандинского бассейна и на правобережье р. Сарысу описываемые отложения представлены гравелистыми песками и супесями. В среднем течении р. Сарысу и в низовьях р. Токрау в цоколе третьей надпойменной террасы иногда сохраняются нижнеплейстоценовые мелкогалечниковые конгломераты с кремнисто-известковым или глинистым цементом. Мощность их не превышает 5 м. Перекрывающий их более рыхлый аллювий этого возраста большей частью размыт [38].

Преобладающим развитием в пределах области пользуется средне-верхнеплейстоценовый аллювий, слагающий вторую надпойменную террасу по всем рекам области. В нижней части ее разреза преобладает песчано-гравийный, а в основании – даже гравийно-галечный материал, часто уплотненный до рыхлого конгломерата. Верхняя, меньшая часть разреза, как правило, представлена суглинками столбчатой структуры с редкими карбонатными включениями и отдельными скоплениями щебенистого материала. Общая мощность аллювиальных образований второй террасы изменяется обычно в пределах 5-20 м и лишь в низовьях р. Токрау достигает 50 м [38].

Аллювиальные верхнеплейстоценовые – голоценовые отложения распространены со всех долинах современной гидрографической сети, но преимущественно развиты в долинах рек Нуры, Шерубайнуры, Атасу, Сарысу, Калмыккырган, Токрау, Мониты и др. Они слагают первую надпойменную террасу и представлены суглинками и супесями, обогащенными в основании песчано-галечными образованиями, а в пределах горных участков – слабоокатанной дресвой. Мощность осадков едва достигает 5 м. Узкая пойменная часть долин рек сложена преимущественно

современными аллювиальными отложениями, гравелисто-песчаный состав которых закономерно изменяется от истоков к устью в сторону увеличения иловатых и глинистых осадков. Мощность их редко превышает 2 м [38].

Южная часть города Караганды до глубины 10 метров преимущественно сложена:

- ниже-, среднечетвертичными отложениями, которые представлены супесями и суглинками с включением гальки;

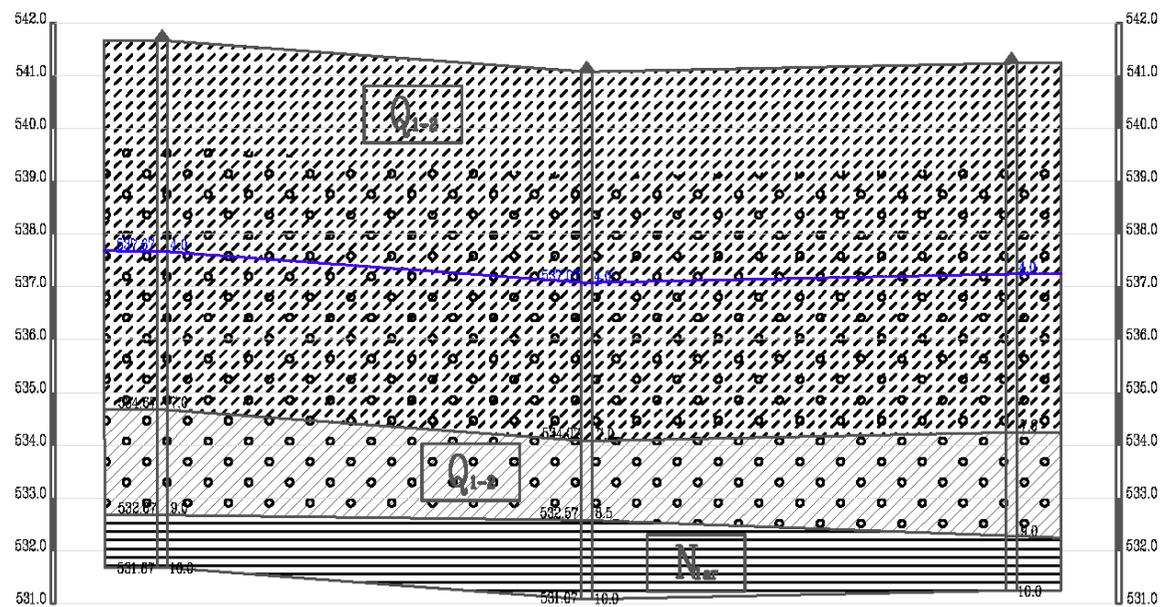
- средними миоцен-плиоценовыми неогеновыми отложениями аральской свиты, которые представлены глинами.

Геологический разрез участка южной части территории города Караганды представлен на рисунке 2.4.

В восточной части города геологический разрез представлен средними миоцен-плиоценовыми неогеновыми отложениями, которые представлены глинами с линзами песка (рисунок 2.5).

В западной части территории города Караганды залегают аллювиальные верхнечетвертичные-современные отложения, представленные песками и суглинками (рисунок 2.6).

В центральной части города по результатам инженерно-геологических исследований залегают нижнечетвертично-современные отложения, представленные песком и верхнедевонскими элювиальными отложениями, представленные дресвяно-щебенистым грунтом и глинами (рисунок 2.7).

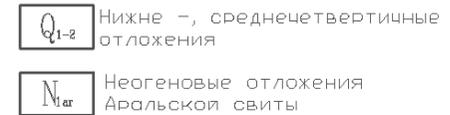


### Условные обозначения



↑ Скважина инженерно-геологическая  
 356.78 1.5 м - Абсолютная отметка уровня воды, - уровень воды, м.  
 353.2 3.0 - Абсолютная отметка подошвы слоя - глубина подошвы слоя, м

### Генезис и возраст грантов



№ скважины	сква.411/1-18	сква.411/2-18	сква.411/3-18
Отметка устья, м	541.67	541.07	541.24
Расстояние, м			

Рисунок 2.4 – Геологический разрез участка работ южной части г.Караганды

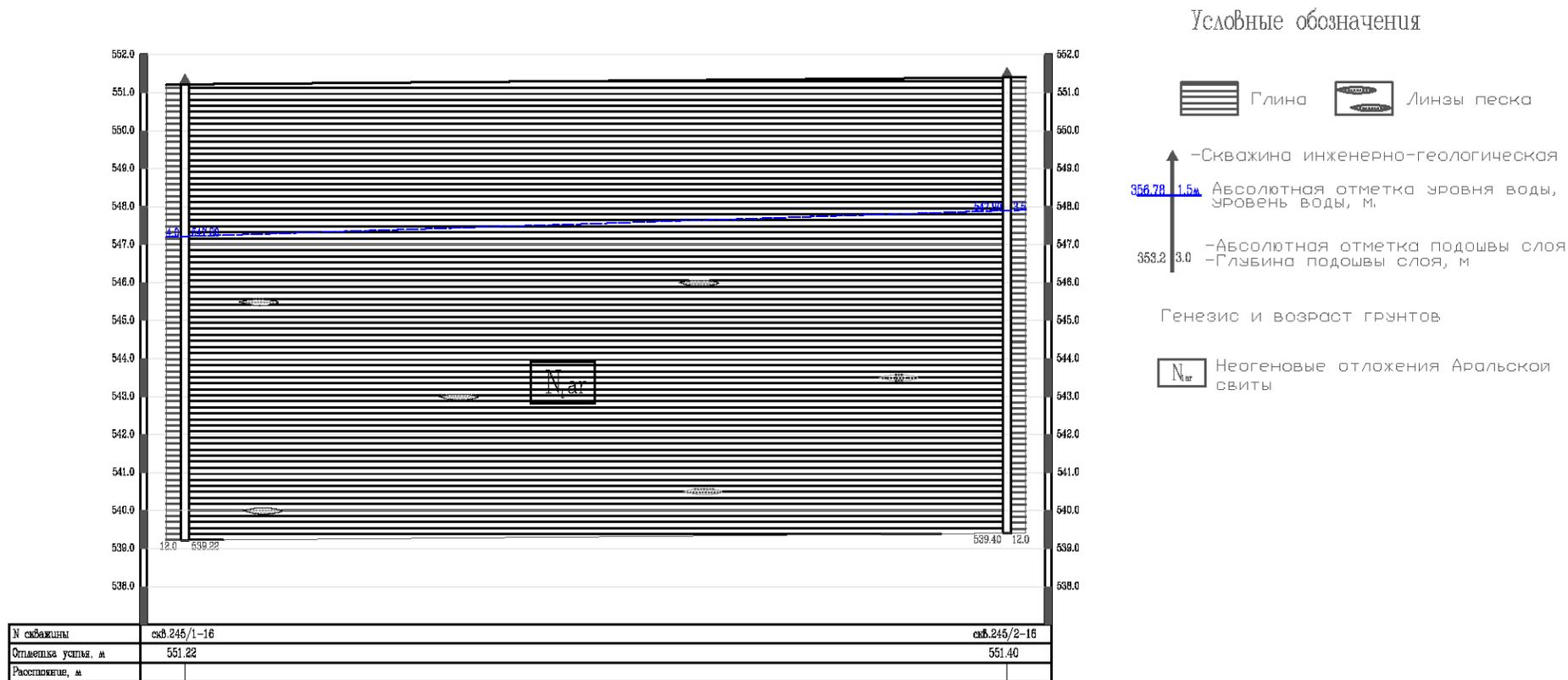


Рисунок 2.5 – Геологический разрез участка работ восточной части г.Караганды

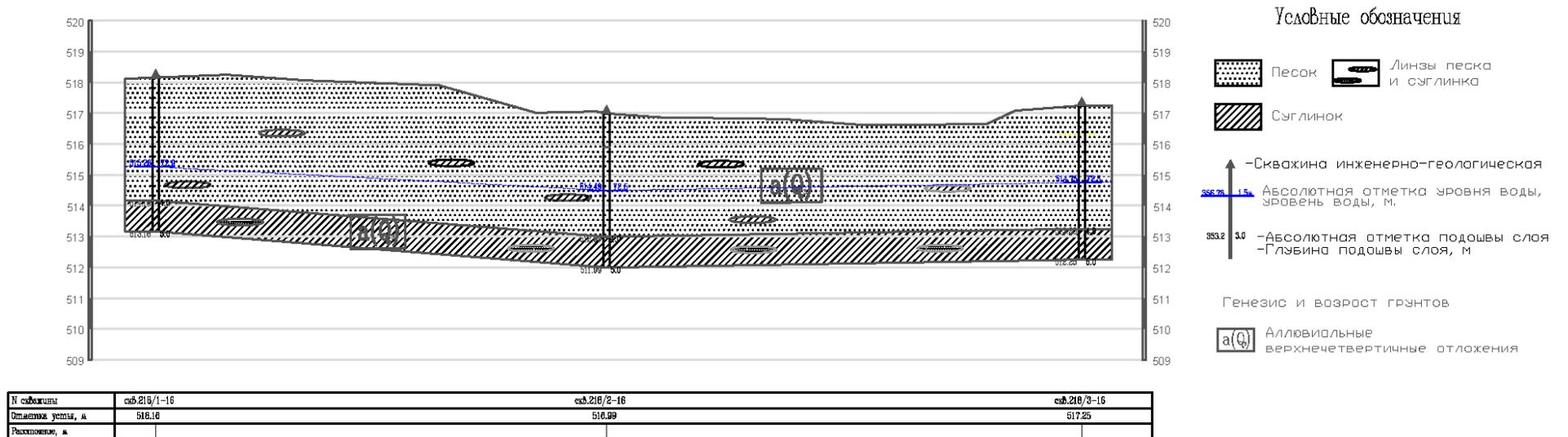


Рисунок 2.6 – Геологический разрез участка работ западной части г.Караганды

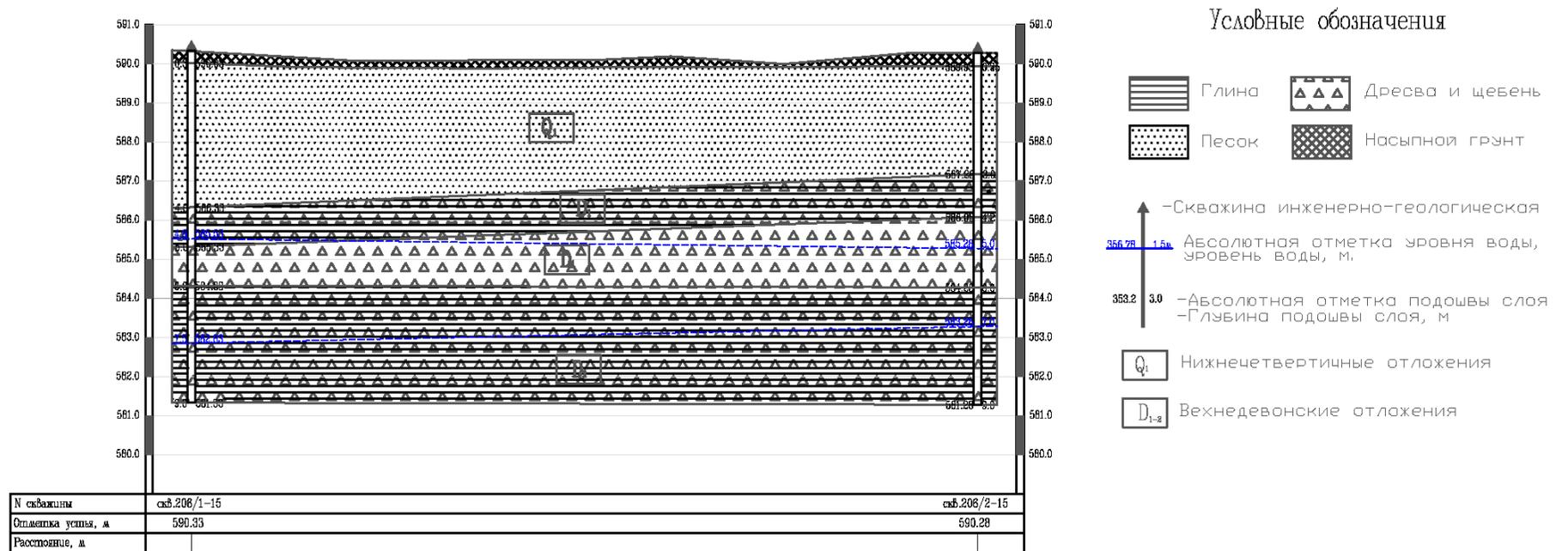


Рисунок 2.7 – Геологический разрез участка в центральной части г.Караганды

## 2.7 Гидрогеологические условия

Карагандинский гидрогеологический район располагается в пределах одноименной синклинальной зоны, ограниченной с запада Тенизской впадиной, с северо-востока Ниязским и Экибастузским антиклинориями, а с юга Спасской зоной разломов. В административном отношении он охватывает восточную половину Нуринского, Тельманский и южную часть Ульяновского района. Крупные промышленные узлы — города Караганда и Темиртау, а также города-спутники Абай, Сарань и Шахтинск расположены в центральной части района. На остальной территории размещены рабочие поселки, районные центры (Киевка, Ульяновка, Токаревка), центральные усадьбы совхозов и их отделения [41].

В районе выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы, а также подземные воды, имеющие спорадическое распространение, и воды зоны открытой трещиноватости скальных пород:

*Воды спорадического распространения аллювиально-пролювиально-делювиальных, такырно-солончаковых и озерных верхнечетвертичных – современных отложений ( $Q_{III-IV}$ ) [41] развиты весьма ограниченно. Озерные образования мощностью от 2 до 5 м выполняют отдельные котловины. Водовмещающие породы представлены песками и супесями, залегающими в виде линз и прослоев среди глин и суглинков. Аллювиально-пролювиально-делювиальные отложения, выполняющие долины мелких логов, представлены главным образом суглинками и глинами со щебнем. Мощность невыдержанных водоносных прослоев песчаного состава колеблется от 0.1 до 3 м. Воды спорадического распространения частично используются для водоснабжения небольших поселков и водопоя скота. Именно этот водоносный горизонт принимает участие в процессе подтопления территорий.*

*Водоносный горизонт аллювиальных нижнечетвертичных – современных отложений ( $IalQ_{I-II}$ ) [41] приурочен к долинам рек Нуры, Шерубайнуры и Сокура. Крупные расширения долин, достигающие в*

поперечнике 10-14 км, а в длину 40 км, чередующиеся с узкими протоками, образуют ряд обособленных месторождений подземных вод, обладающих значительными эксплуатационными запасами. Водоносный горизонт представлен песчано-гравийно-галечными отложениями с прослоями и линзами пластичных глин. В кровле горизонта, особенно на площадях развития второй надпойменной террасы, залегают суглинки и супеси, иногда тонкозернистые пески; почвой служат водоупорные неогеновые глины, реже скальные палеозойские образования. Песчано-гравийно-галечные отложения в крупных долинах характеризуются хорошей сортировкой, отсутствием примеси пылеватых и глинистых частиц и незначительным содержанием (1-15%) мелкопесчаных, что обуславливает хорошую водоотдачу (до 23%) и высокий коэффициент фильтрации (от 80 до 2000 м/сутки) [41].

Несколько иную характеристику имеет грунтовый ноток долины р. Сокура. Водоносный горизонт здесь представлен преимущественно среднезернистыми песками, его мощность не превышает 8 м, в среднем 4-5 м. Свообразными условиями отличается так называемое Коктальское аллювиальное поле, примыкающее с левого борта к долине р. Сокура. Аллювиальные гравийно-галечные осадки здесь выполняют небольшую депрессию шириной 3-4 км и длиной 6-7 км. Глубина залегания уровня воды обычно находится в пределах 1.4-1.8 м. Мощность горизонта из-за неравномерного размыва подстилающих неогеновых и юрских глин очень изменчива, она колеблется от 2 до 12 м, в среднем 7-8 м. Воды аллювиальных отложений служат основным источником водоснабжения Караганды и Темиртау, а также городов-спутников и многочисленных сельских поселков, тяготеющих к долинам рек.

*Воды спорадического распространения озерно-аллювиальных нижне-среднечетвертичных отложений ( $1alQ_{I-II}$ ) [41] отмечаются на западе района на участках, примыкающих к долине реки Нуры. Древние озерно-аллювиальные образования подобно отложениям долин имеют двухслойное строение: у поверхности – суглинки, супеси; в основании – обводненные*

линзы и прослои песчано-галечного материала. При переходе от бортов долины к возвышенным водораздельным участкам в разрезе преобладают озерные плотные суглинки с линзами слабообводненных глинистых песков. Общая мощность озерно -аллювиальных накоплений местами достигает 20 м, мощность водоносных прослоев 1 - 4 м, редко до 10 м. Залегают они почти всюду на слабоэродированной поверхности неогеновых глин, реже прислоняются к трещиноватым палеозойским породам. Уровень подземных вод, как правило, безнапорных, устанавливается на глубинах от 1 до 12 м, чаще 2 - 5 м. Отложения в целом слабо обводнены и часто безводны [41].

*Воды спорадического распространения делювиально-пролювиальных верхнеплиоценовых — верхнечетвертичных отложений ( $N_2^3 - Q_{III}$ ) [41]* встречаются на площади развития древних и современных шлейфов. Водовмещающие породы представлены щебнистыми суглинками и супесями с прослоями, и линзами глинистых песков. Общая мощность их до 15 м.

*Водоносный горизонт аллювиальных верхнеолигоценовых отложений ( $Pg_3^3$ ) [41]* приурочен к погребенным руслам долин рек Шерубайнуры, Нуры и Сокура, причем древние русла несколько смещены по отношению к современным.

*Водоносный комплекс среднеюрских отложений (михайловская свита  $J_2mh$ ) [41]*. Суммарная мощность наиболее водообильных пластов в свите колеблется от долей до 10 м, иногда до 20 м. Величина напора воды до 50 м. Пьезометрические уровни в ненарушенных условиях устанавливались на глубине 1-5 м, иногда выше дневной поверхности на 1-3 м. Коэффициенты фильтрации от 0,01 до 8 м/сутки. В результате эксплуатации вод нижележащего водоносного комплекса кумыскудукской свиты, гидравлически связанного с водоносным комплексом михайловской свиты, подземные воды последнего на большей части Карагандинской впадины сдренированы.

*Водоносный комплекс среднеюрских отложений (кумыскудукская свита  $J_2km$ ) [41]*. В составе водовмещающих пород преобладают рыхлые

конгломераты на песчано-глинистом цементе. На отдельных небольших участках встречаются плотные конгломераты, имеющие глинисто-известковисты и цемент, мелкозернистые песчаники и алевролиты. Рыхлые конгломераты развиты в северо-восточной части Михайловского бассейна и почти по всей площади Верхне-Сокурского, где мощность их достигает соответственно 80 и 300 м.

*Водоносный комплекс юрских отложений (J)* [41] состоит из образований дубовской и саранской свит, залегающих непосредственно на породах палеозойского фундамента и обнажающихся на западе и севере Михайловского бассейна. Дубовская свита на большей части площади развития сложена озерно-болотными осадками: мелко- и тонкозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами с линзами и пластами бурых углей. В южной части юрского бассейна разрез свиты представлен конгломератами и песчаниками. Мощность свиты по площади изменяется неравномерно. В отложениях дубовской свиты относительно водоносными являются пласты бурых углей и очень редко песчаники. По периферии бассейна воды безнапорные или слабонапорные, в центре напор достигает 200 – 250 м. Водоносный комплекс характеризуется относительно застойным режимом и слабой разгрузкой. Саранская свита сложена в основном пролювиально-аллювиальными образованиями, представленными средне- и крупногалечными конгломератами с глинистым цементом, и разнозернистыми песчаниками, перемежающимися с озерно-болотными осадками – алевролитами, аргиллитами и линзами бурых углей.

*Водоносный комплекс преимущественно осадочных каменноугольных отложений (C)* [41] широко представлен в районе континентально-лагунными угленосными накоплениями. Общая мощность толщи 3700-4200 м. Обводненность пород неравномерна и приурочена к зоне их интенсивной трещиноватости, развитой до глубины 80 – 120 м. Минерализация вод в большинстве случаев высокая. Отложения аккудукской, надкарагандинской и шаханской свит не содержат угольных пластов и характеризуются глинистым

составом осадков, поэтому и запасы подземных вод в них ничтожны. По данным разведки и наблюдений за шахтным водоотливом, для всех угленосных районов отмечается общая гидрогеологическая вертикальная зональность. По степени водообильности пород выделяются три зоны. Верхняя зона интенсивно выветрелых пород мощностью 8-10 м обычно обводнена очень слабо, так как трещины в песчаниках заполнены глинистым материалом, а в угле превращены в сажу. Соответственно фильтрация воды в этой зоне затруднена. Вторая зона характеризуется развитием открытых слабозаглинизированных трещин в каменных углях и песчаниках. здесь возможна межпластовая циркуляция, так как пласты углей и песчаники переслаиваются с менее водопроницаемыми аргиллитами и алевролитами. Водообильность пород второй зоны несколько выше, чем первой. Мощность ее в зависимости от степени выветривания и дислоцированности составляет 84 - 124 м. Третья зона монолитных пород отличается резким уменьшением трещиноватости, а следовательно, и обводненности пород. Воды продуктивной толщи почти по всей площади ее распространения напорные. Подземные воды продуктивной толщи из-за преобладания высокой минерализации практического значения не имеют.

*Водоносный комплекс преимущественно карбонатных фаменских и турнейских отложений ( $D_{3fm} - C_{1t}$ ) [41] распространен полосой от 0.5 до 3 км в ширину по периферии всех каменноугольных бассейнов. В его составе наиболее широко развиты известняки, затем окремненные мергели и аргиллиты. Известняки характеризуются трещинным карстом, развитым до глубины 40-60 м, в отдельных случаях до 80 - 90 м. В большинстве случаев карстовые полости заполнены глинисто-щебенистым материалом и служат плохим коллектором подземных вод. Зона активной трещиноватости других скальных пород составляет 30 - 50 м. Глубина залегания подземных вод колеблется от 0.6 до 26 м, иногда во впадинах рельефа достигает 41 м. Фильтрационные свойства и степень водообильности пород весьма неравномерны, более обводнены нижнетурнейские известняки, менее*

фаменские. В нижнетурнейских отложениях встречаются прослои спонголитовых известняков, состоящих главным образом из обломков скелетов кремневых губок. Подземные воды этого комплекса в районе используются только для водоснабжения небольших объектов.

*Водоносный комплекс вулканогенно-осадочных и осадочно-вулканогенных девонских отложений (D)* [41] развит на большей части площади района и представлен эффузивными эффузивно-осадочными образованиями. Фильтрационные свойства и водообильность комплекса определяются степенью трещиноватости и тектонической раздробленности пород. Открытая зона трещиноватости, связанная с выветриванием, в среднем развита до глубины 40 - 60 м, ниже трещины, как правило, становятся волосными, залеченными и соответственно практически безводными. В зонах тектонических дроблений, где породы сильно нарушены и брекчированы, водоносные трещины иногда достигают глубины 120 - 150 м. Соответственна и максимальная водообильность характерна для тектонических зон. В большинстве случаев воды комплекса имеют свободную поверхность и залегают на глубине от нескольких до 25 м. Напоры до 10 м характерны для пониженных участков, где породы перекрыты неогеновыми глинами. Наряду с водообильными участками нередко выделяются, по существу, безводные, приуроченные к монолитным и слаботрещиноватым породам. Несмотря на небольшие расходы скважин, трещинные воды комплекса имеют важное значение в решении вопросов водоснабжения сельскохозяйственных объектов и даже небольших рабочих поселков.

*Водоносный комплекс осадочно-вулканогенных силурийских отложений (S)* [41] имеет очень ограниченное распространение в центральной части района. Водовмещающими являются песчаники и конгломераты, перемежающиеся с алевролитами, аргиллитами и туфами. Подземные воды циркулируют по трещинам выветривания, распространяющимся на глубину 40-50 м. Глубина залегания подземных вод изменяется от 1 до 10 м. Подземные

воды комплекса используются преимущественно для водоснабжения небольших сельских поселков.

*Водоносный комплекс осадочно-вулканогенных ордовикских отложений (О)* [41] развит на юге района в виде отдельных небольших по площади выходов и представлен в основном порфиритами, туфами, туфогенными конгломератами и песчаниками. Трещиноватость комплекса развита до глубины 50 - 70 м, наиболее интенсивной трещиноватостью характерна зона до 30 - 35 м. Воды комплекса используются они для водоснабжения сельскохозяйственных объектов.

*Воды зоны открытой трещиноватости разновозрастных интрузивных пород (γ)* [41]. Воды зоны открытой трещиноватости разновозрастных интрузивных пород приурочены к крупным гранитным массивам: Семизбугинскому на крайнем северо-востоке и Караултюбинскому на западе района. Выветриванию граниты подвержены больше, чем окружающие их палеозойские вулканогенные и осадочные породы. Часто они выветрелые до состояния слабой рыхлой дресвы, местами наблюдается матрацевидная отдельность, где ширина трещин в верхней части достигает 20-30 см. Трещиноватость прослеживается до глубины 30-40 м, редко больше. Воды зоны выветривания гранитоидов относятся к трещинно-поровым со свободной поверхностью. Иногда под неогеновыми глинами они становятся напорными с пьезометрическими уровнями ниже и выше поверхности земли на 3 м. Воды комплекса используются преимущественно для водоснабжения сельских объектов.

## **2.8 Опасные геологические процессы на территории города Караганды**

*Набухающие грунты.* Особого внимания при проведении инженерно-геологических исследований требуют специфические грунты, такие как набухающие глины. Основания, сложенные специфическими грунтами,

должны проектироваться с учетом способности данных грунтов увеличиваться в объеме при повышении влажности и уменьшаться при высыхании. При набухании увеличивается пористость породы и ее влажность в связи с увеличением толщины гидратных оболочек на поверхности глинистых частиц. Происходит снижение ригидности глин, которое объясняется экстракцией связанной воды и приводит к модификации внутренней структуры породы [44]. Набухание зависит от минералогического и гранулометрического составов пород. Наличие грубообломочных включений способствует боковому расширению грунта и уменьшает его набухание по вертикали. Из глинистых минералов наибольшим набуханием характеризуются минералы группы монтмориллонита, наименьшим – минералы группы каолинита. Набухающими свойствами на территории города Караганды обладают глины и суглинки неогенового и четвертичного возраста.

Недооценка набухающих грунтов является причиной повреждения многих промышленных и гражданских сооружений. Главной особенностью набухающих грунтов является резкое снижение их несущей способности при замачивании [45]. Большая часть ущерба, связанного со специфическими грунтами, вызвана не отсутствием соответствующих инженерных решений, а не выявлением таких грунтов и недооценкой масштабов их распространения по площади работ на ранних этапах планирования строительных проектов [46].

*Морозная пучинистость* проявляется на переувлажненных участках с близким залеганием подземных вод и наличием пылевато-глинистых грунтов. Возникающие при глубоком сезонном промерзании нормальные и касательные силы морозного пучения способствуют деформации фундаментов и несущих конструкций строящихся и неотопливаемых сооружений [45].

Нормативная глубина промерзания по СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений» для города Караганды: суглинки и глины

1.61 м; супеси и пески пылеватые – 1.96 м; пески гравелистые, крупные и средней крупности – 2,11 м; крупнообломочных грунтов – 2.38 м. Средняя глубина проникновения «0» в грунт – 2.02 м.

*Строительство на подрабатываемых территориях месторождений полезных ископаемых.* В настоящее время в Карагандинском каменноугольном бассейне из 14 угольных пластов карагандинской свиты и 19 пластов ашлярикской свиты действующими шахтами разрабатываются 11 пластов карагандинской свиты с суммарной полезной мощностью 21.0 -30.0 м. Интенсивная добыча каменного угля привела к распространению подработанного пространства на территорию городской застройки. Деформации пород вокруг выработанного пространства в зависимости от глубины залегания выработанных пластов зачастую достигают поверхности земли, обуславливая сдвигание пород с образованием мульд оседания.

Опыт строительства на территории Карагандинского угольного бассейна подтверждает возможность успешного строительства зданий и сооружений при определенных горнотехнических условиях подработки с применением комплекса конструктивных мероприятий.

*Подтопление.* Комплексный процесс, проявляющийся под действием техногенных и, частично, естественных факторов, при котором в результате нарушения водного режима и баланса территории за расчетный период времени происходит повышение уровня подземных вод, достигающее критических значений, требующих применения, защитных мероприятий

Условиями и факторами развития процесса подтопления являются наличие слабоводопроницаемых пород в зоне аэрации; близкое расположение регионального или локального водоупоров; слабая дренированность территории; неглубокое залегание уровня грунтовых вод. Развитие процесса подтопления связано с появлением новых источников питания грунтовых вод, нарушением условий естественной разгрузки подземных вод [45]. Одним из факторов развития процесса подтопления

является хозяйственная деятельность человека. Подтопление возникает в результате техногенной утечки из водонесущих коммуникаций, прудов, отстойников, водохранилищ, шламохранилищ; недостаточной организации поверхностного стока на застроенных территориях; неэффективной ливневой канализации; нарушения естественного стока при проведении строительных работ; барражного эффекта при строительстве заглубленных подземных сооружений, засыпке оврагов нефилтующим материалом, устройством стен в грунте и свайных полей; конденсации влаги под основаниями зданий, элеваторами и другими сооружениями, асфальтовыми покрытиями на застроенных городских территориях; гидромелиоративной деятельности (орошение); инженерно-планировочных работ (ликвидация естественных дренажных сетей (оврагов, логов), глухом бетонировании стенок каналов или русел рек, служащих естественными дренами [47].

## Выводы по главе 2

1 Рельеф территории города Караганды представляет собой волнистую равнину, осложненную мелкосопочником. На севере развит низкий мелкосопочник. Остальная территория характеризуется равнинным денудационным, аккумулятивно-денудационным и аккумулятивным рельефом.

2 Территория города Караганды относится к Карагандинской складчатой системе. Наибольший интерес для инженерно-геологического исследования представляют:

- неогеновые отложения, представленные двумя свитами: аральской, сложенной озерными плотными загипсованными глинами, и павлодарской, сложенную также глинами с включениями гипса и карбонатных стяжений; изредка на отдельных участках отмечаются линзы песка;

- четвертичные отложения, которые покрывают маломощным чехлом всю территории, за исключением вершин сопок. На обширных выровненных пространствах, а также в пределах водораздельного мелкосопочника развита толща покровных желто-бурых суглинков, суглинисто-песчаных и суглинисто-щебенистых отложений элювиального, делювиального, делювиально-пролювиального и смешанного субаэрального генезиса. При бурении до 20 м изредка встречаются юрские и каменноугольные отложения.

3 Опасными геологическими процессами на территории города Караганды являются набухание грунтов, проседание дневной поверхности в результате добычи полезных ископаемых шахтным способом, морозная пучинистость, подтопление.

### **3 РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КАРАГАНДЫ ПО СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

Инженерно-геологическое районирование является специальным видом геологического районирования, служит для систематизации знаний об инженерно-геологических условиях территории, оценки их неоднородности и сложности.

По мнению В. Т. Трофимова, инженерно-геологическое районирование – это выявление в сложной и многосторонней геологической среде на основе совокупности теоретических пониманий и методических приемов системы территориальных элементов, обладающих какими-либо общими инженерно-геологическими признаками, ограничение их от территорий, не имеющих этих признаков, систематика, картографирование, описание.

Для оценки устойчивости геологической среды автором был выбран метод Котлова В.Ф. и Коффа Г.Л., которые предлагали оценивать устойчивость геологической среды путем составления серии карт, отражающих инженерно-геологическую характеристику территории, состоящую из комплекта покомпонентных оценок. При их совмещении определяются все детали воздействия каждого компонента, эти воздействия суммируются, и получается некая интегральная оценка, которая отражается на соответствующей карте [48].

Районирование проводилось по принципу вертикальной и площадной неоднородности, обусловленной последовательной сменой по площади типов геологической среды, различающихся составом, строением, свойствами, а следовательно, и различной реакцией на техногенное воздействие.

### **3.1 Методика работы**

В результате проведения инженерно-геологических изысканий в городе Караганда, были проведены следующие работы:

- пробурено 113 инженерно-геологических скважин глубиной до 20 м;
- произведено геологическое описание, извлеченного грунта;
- замерен уровень грунтовых вод;
- определены физико-механические характеристики грунтов в лаборатории.

### **3.2 Картирование территории**

С учетом физико-географических и инженерно-геологических условий г.Караганды, а также теоретических положений по оценке устойчивости геологической среды [49] нами предложены следующие критерии для оценки устойчивости геологической среды:

1) Расчетное сопротивление грунтов. Это один из наиболее важных параметров при строительстве зданий и сооружений, так как позволяет определить предельно возможные значения массы вышележащей конструкции, которую способна выдержать подстилающая поверхность. Наименьшим расчетным сопротивлением (менее 300 кПа) обладают текучие супеси, суглинки, глины, пылеватые пески, а также замоченные просадочные супеси и суглинки. Высокое расчетное сопротивление (>500 кПа) характерно для крупно-, среднезернистого песка и крупнообломочного грунта. Промежуточными значениями расчетного сопротивления (300 - 500 кПа) обладают твердые супеси, суглинки, глины, мелкозернистые пески и крупнообломочный грунт с глинистым заполнителем [45].

В зависимости от значения расчетного сопротивления, территории, сложенной вышеперечисленными грунтами, данный фактор будет оцениваться следующим образом:

- территории, сложенные грунтами с расчетным сопротивлением менее 300 кПа (низкая устойчивость- 1 балл);
- территории, сложенные грунтами с расчетным сопротивлением от 300 до 500 кПа (средняя степень устойчивости – 2 балла)
- территории, сложенные грунтами с расчетным сопротивлением более 500 кПа (высокая степень устойчивости – 3 балла).

По данным расчетных сопротивлений грунтов было произведено районирование территории города Караганды (рисунок 3.1)



Рисунок 3.1 – Схематическая карта распространения грунтов с различным расчетными сопротивлением на территории г.Караганды

3) Глубина залегания подземных вод. Близкое залегание подземных вод может приводить к подтоплению территории и как следствие,

приносить определенные сложности при строительстве – изменение условий поверхностного стока при вертикальной планировке территории, длительный разрыв между выполнением земляных и строительных работ; при эксплуатации – инфильтрация утечек, уменьшение испарения под зданиями и покрытиями. На городских территориях нередко высокий уровень грунтовых вод объясняется утечкой из канализационных и водонесущих коммуникаций.

Немаловажным аспектом является и ухудшение свойств грунтов при увлажнении. При обводнении грунтов в основании происходят большие и часто неравномерные деформации, называемые просадками. В отдельных случаях просадки достигают 0.5 – 1.0 м и более. При этом здания и сооружения испытывают чрезмерные деформации, в результате чего разрушаются конструкции и сооружения становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации. Просадки грунтов возникают при одновременном воздействии двух факторов: нагрузок от сооружений и собственного веса грунтовой просадочной толщи и замачивания при подъеме горизонта подземных вод за счет внешних источников (атмосферные осадки, промышленные сбросы, утечки), либо накопления влаги в грунте вследствие инфильтрации поверхностных вод и экранирования поверхности. При повышении влажности выше предела так называемой начальной просадочной влажности грунты проявляют просадочные свойства. Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки грунтов от собственного веса подразделяют на два типа: I тип – грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см; II тип – грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и ее величина превышает 5 см [45].

Выбор мероприятий должен производиться с учетом типа грунтовых условий, вида возможного замачивания, расчетной просадки, взаимосвязи проектируемых сооружений с сооружениями окружающей застройки. При возможности замачивания грунтов основания следует предусматривать: устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи; прорезку просадочной толщи фундаментами, в том числе свайными и массивами из закрепленного грунта; комплекс мероприятий, включающий частичное устранение просадочных свойств грунтов, водозащитные и конструктивные мероприятия. В грунтовых условиях II типа наряду с устранением просадочных свойств грунтов или прорезкой просадочной толщи фундаментами глубокого заложения должны предусматриваться водозащитные мероприятия, а также соответствующая компоновка генплана [45].

Согласно СП РК 5.01.102-2013 «Основания зданий и сооружений» (аналог СП 22.13330.2016) по характеру подтопления следует выделять естественно или техногенно-подтопленные территории (с глубинами залегания уровня подземных вод менее 3 м) и неподтопленные.

Таким образом, нами предложено провести ранжирование территории в зависимости от уровня залегания подземных вод следующим образом:

- глубина залегания уровня грунтовых вод ниже 3 метров от поверхности – 3 балла,

- глубина залегания уровня грунтовых вод выше 3 метров – 2 балла.

По глубине залегания подземных вод произведено районирование территории города Караганды (рисунок 3.2).

### Схематическая карта потенциально подтопляемых участков территории г.Караганды

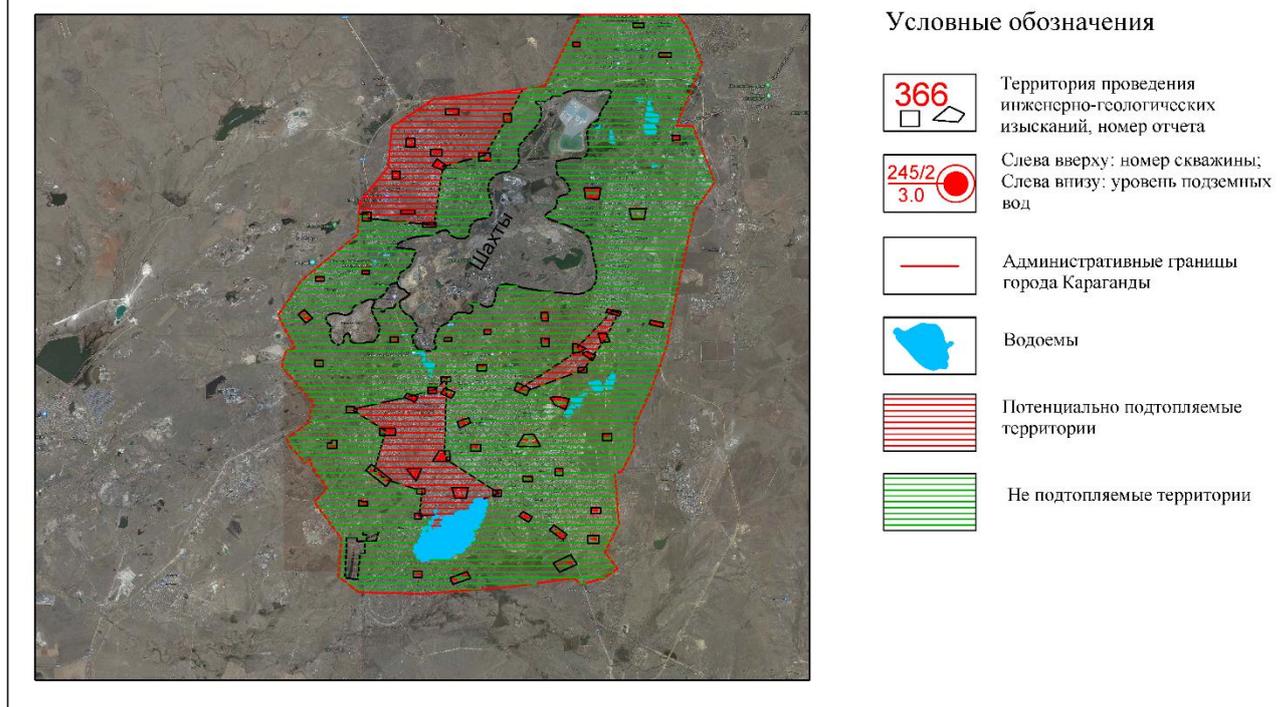


Рисунок 3.2 – Схематическая карта потенциально подтопляемых участков на территории г.Караганды

4) Наличие специфических грунтов. На рассматриваемой территории широко распространены набухающие грунты. Просадочные грунты при проведении инженерно-геологических изысканиях встречались в единичных случаях, в связи с этим при картировании территории не рассматривались. Основания, сложенные набухающими грунтами, должны проектироваться с учетом способности данных грунтов увеличиваться в объеме при повышении влажности и уменьшаться при высыхании. При набухании увеличивается пористость породы и ее влажность в связи с увеличением толщины гидратных оболочек на поверхности глинистых частиц. Происходит снижение ригидности глин, которое объясняется экстракцией связанной воды и приводит к модификации внутренней структуры породы. Набухание зависит от минералогического и гранулометрического составов пород. Из глинистых минералов

наибольшим набуханием характеризуются минералы группы монтмориллонита, наименьшим – минералы группы каолинита. Недооценка набухающих грунтов является причиной повреждения многих промышленных и гражданских сооружений. Так причиной обрушения четырех 5-ти этажных секций восьми-секционного жилого комплекса «Бесоба» в городе Караганда в 2012 г. является недооценка набухающих свойств глинистых грунтов и отсутствие соответствующих инженерных решений (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Обрушение жилого комплекса «Бесоба»

При проектировании оснований, сложенных набухающими грунтами, следует учитывать возможность: набухания грунтов за счет подъема уровня подземных вод или инфильтрации – увлажнения грунтов производственными или поверхностными водами; набухания грунтов 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); усадки за счет высыхания от воздействия тепловых источников. При расчетных деформациях основания, сложенного набухающими грунтами, больше

предельных или недостаточной несущей способности основания должны предусматриваться следующие мероприятия: водозащитные мероприятия; предварительное замачивание основания в пределах всей или части толщи набухающих грунтов; применение компенсирующих песчаных подушек; полная или частичная замена слоя набухающего грунта ненабухающим; полная или частичная прорезка фундаментами слоя набухающего грунта [45].

В связи с вышесказанным можно сделать вывод, что наличие набухающих грунтов осложняет строительство зданий и сооружений, увеличивает трудозатратность на проведение защитных мероприятий.

Таким образом, нами предложено следующее ранжирование по данному фактору:

- отсутствие специфических (набухающих) грунтов – 3 балла;
- участки распространения слабонабухающих грунтов – 2 балла;
- участки распространения средне-, сильнонабухающих грунтов – 1 балл.

По данным набухания грунтов произведено районирование территории города Караганды (рисунок 3.4)

5) Техногенное воздействие. На территории г.Караганды располагаются 7 шахт: шахта им.Костенко, шахта Северная, шахта Кировская, шахта им.Горбачева, шахта имени А. Байжанова, шахта Стахановская, шахта Кузембаева. Большие площади вскрытия угленосных пород горными выработками и резкое увеличение их проницаемости из-за техногенной трещиноватости обусловили активное влияние шахт на гидрогеологические условия прилегающих территорий. Изменения геологического строения недр и земной поверхности связаны с деформацией горных пород в надугольной толще.

Нарушение структуры почв ускоряет развитие эрозионных процессов на прилегающих к разрезам территориях, вызывая нарушения земной поверхности далеко от их контуров. В результате, в подработанной

горными работами толще пород образуются многочисленные зоны водопродводящих трещин, на дневной поверхности появляются провалы, прогибы, затопленные и заболоченные участки.



Рисунок 3.4 – Схематическая карта распространения набухающих грунтов на территории г.Караганды

В зоне геологических нарушений могут изменяться водотоки, происходить уменьшение давления воды, смешение вод различных горизонтов. Образование котловин в результате просадки грунта часто влечет за собой их затопление грунтовыми водами.

В пределах территории города Караганды из-за выработки угля в ближайших шахтах просадку дает большой участок земли. В некоторых местах земля просела почти на два метра. Образовавшиеся котлованы были заполнены грунтовыми и талыми водами. Также было отмечено заболачивание прилегающих к образовавшимся водоемам территорий. Такие котлованы образовались:

- в районе улице Терешковой, в направлении района Майкудук (рисунки 3.5, 3.6, 3.7);

- по обеим сторонам дороги ул.Новгородской (рисунки 3.8, 3.9), здесь же отмечено затопление опоры линии передач (рисунок 3.10);

- на пересечении главной улицы – Бухар – Жырау и Саранского шоссе (рисунок 3.11) по одной стороне образовался просадочный котлован, заполненный грунтовыми и талыми водами (рисунок 3.12), по другой – заболоченная территория (рисунок 3.13).

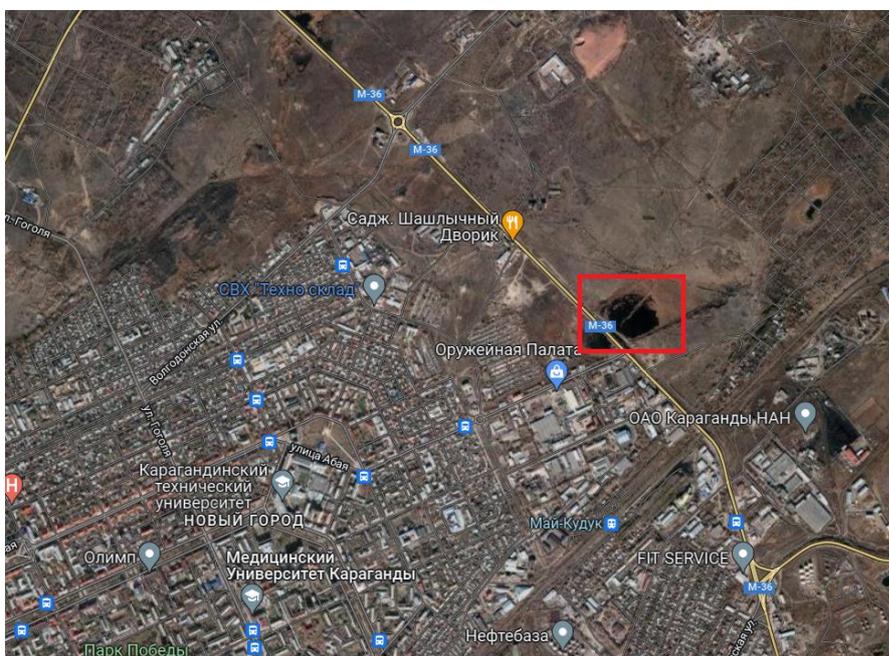


Рисунок 3.5 – Месторасположение котлована по ул.Терешковой



Рисунок 3.6 – Котлованы на месте провалов по улице Терешковой





Рисунок 3.9 – Котлован по ул.Новгородская

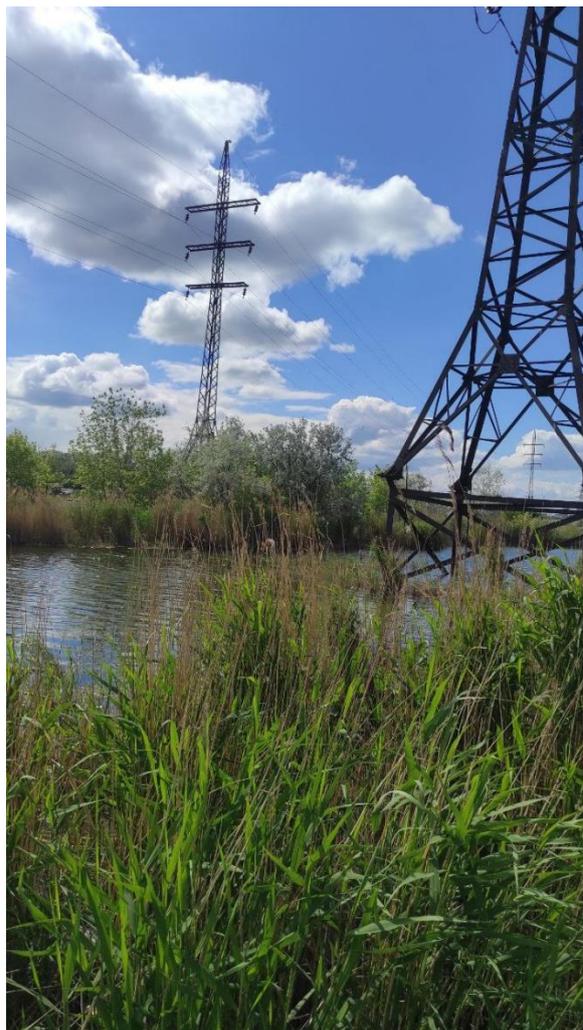


Рисунок 3.10 – Затопление опоры линии электропередач

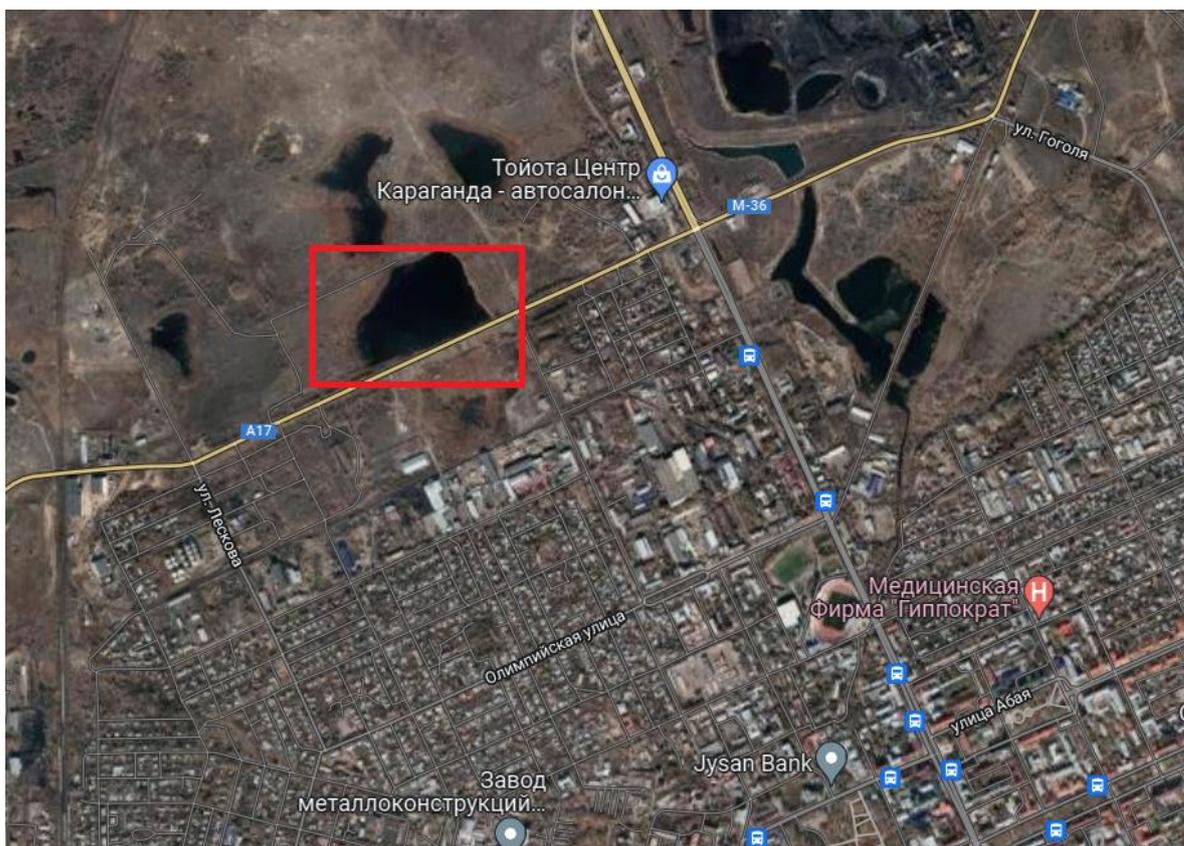


Рисунок 3.11 – Месторасположение котлована на пересечении ул.Бухар-Жырау и Саранского шоссе



Рисунок 3.12 – Котлован на пересечении ул.Бухар-Жырау и Саранского шоссе



Рисунок 3.13 – Заболоченная территория на пересечении ул.Бухар-Жырау и Саранского шоссе

По улице Абая (район добычи 22-й шахты) начала проседать дневная поверхность и появляться трещины в жилых домах. Для предотвращения разрушения домов строения закрепили стяжками.

Территорий прилегающие к району шахт являются неблагоприятными для застройки, так как возможно появление котлованов, заполнение их талыми водами, и как следствие заболачивание территорий.

Классификация территории прилегающих к зонам добычи полезных ископаемых будет проводиться следующим образом:

- территории, находящиеся в пределах промышленных предприятий (шахт, карьеров) – 1 балл;
- территории, находящиеся вне зоны промышленных предприятий – 3 балла.

По данным расположения промышленных предприятий районирование территории города Караганды представлено на рисунке 3.14.

### Схематическая карта промышленных объектов на территории г.Караганды

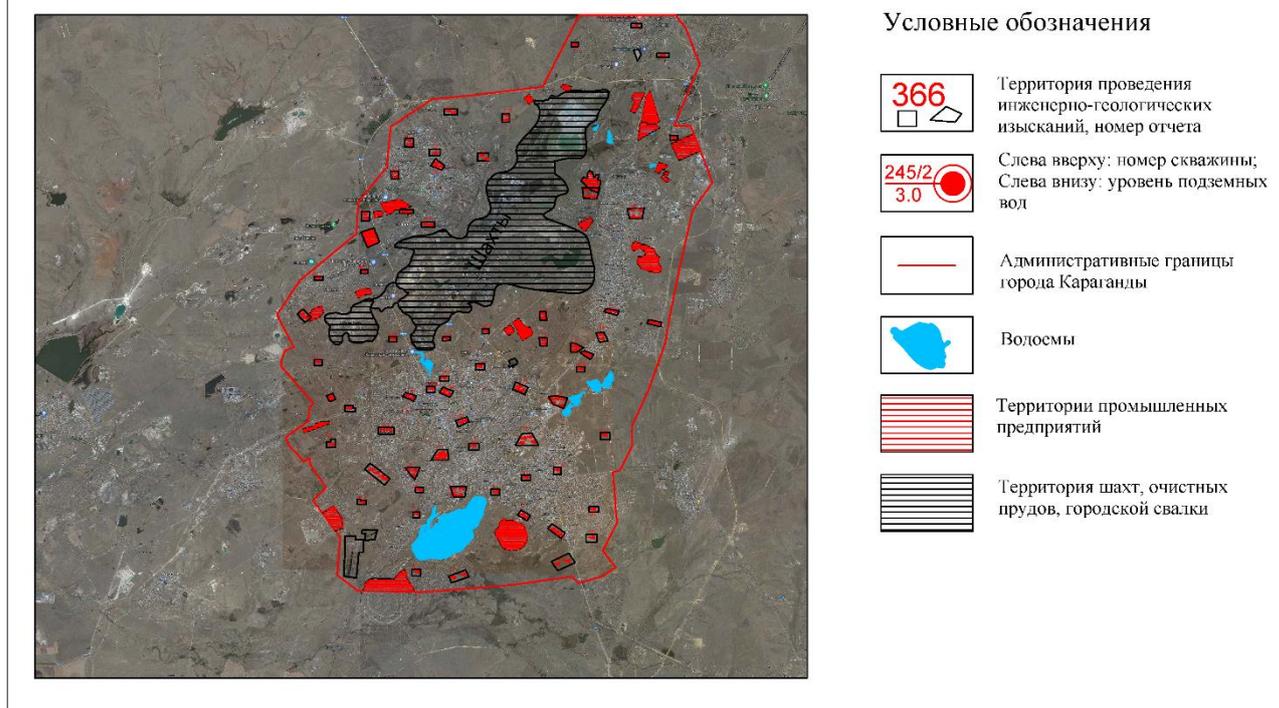


Рисунок 3.14 – Схематическая карта промышленных объектов на территории г.Караганды

Качественные и количественные характеристики перечисленных ведущих факторов были разбиты на три группы, которым в зависимости от степени устойчивости присваивалось соответственно 1, 2, 3 балла. На территории г.Караганды по фактическому сочетанию ведущих факторов и отвечающей этому сочетанию сумме баллов обособлены три типа геологической среды с высокой (суммарное количество баллов - >10), средней (8-10 баллов) и низкой (<8 баллов) степенью устойчивости к техногенным воздействиям. Составлена карта специального типологического инженерно-геологического районирования по степени устойчивости геосреды к техногенным воздействиям масштаба 1:100 000 (рисунок 3.15).

Сводная информация по критериям оценки геологической среды представлена в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Оценка ведущих факторов типа геосреды по степени устойчивости к техногенному воздействию

Факторы, определяющие категорию устойчивости геологической среды	Степень устойчивости типа геологической среды		
	Высокая- 3 балла	Средняя - 2 балла	Низкая- 1 балл
Расчетное сопротивление	территории, сложенные грунтами с расчетным сопротивлением более 500 кПа	территории, сложенные грунтами с расчетным сопротивлением от 300 до 500 кПа	территории, сложенные грунтами с расчетным сопротивлением менее 300 кПа
Глубина залегания УГВ, м	глубина залегания уровня грунтовых вод ниже 3 метров от поверхности		глубина залегания уровня грунтовых вод выше 3 метров
Наличие специфических грунтов	отсутствие специфических (набухающих) грунтов	участки распространения слабонабухающих грунтов	участки распространения средне-, сильнонабухающих грунтов
Техногенное воздействие	Отсутствие		Наличие промышленных предприятий (шахт, карьеров)
<b>Итого</b>	<b>Более 10</b>	<b>8-10</b>	<b>Менее 8</b>

На схематической карте устойчивости геологической среды территории города Караганды выявлены участки с низкой устойчивостью, которые закрашены красными штриховыми линиями, участки со средней устойчивостью – желтыми штриховыми линиями, участки с высокой устойчивостью – зелеными штриховыми линиями. Оценка территории проводилась в результате ранжирования и суммирования выбранных факторов. Необходимо отметить, что земли в районе отработанных и действующих шахт вследствие образованного техногенного рельефа и взрывоопасности газа метана в пустотах шахт не могут быть использованы под строительство. В связи с этим данная территория не принималась в расчеты, а сразу была отмечена как территория непригодная к строительному освоению и закрашена черными штриховыми линиями.

Также черными штриховыми линиями закрашены территории городской свалки и очистных прудов.

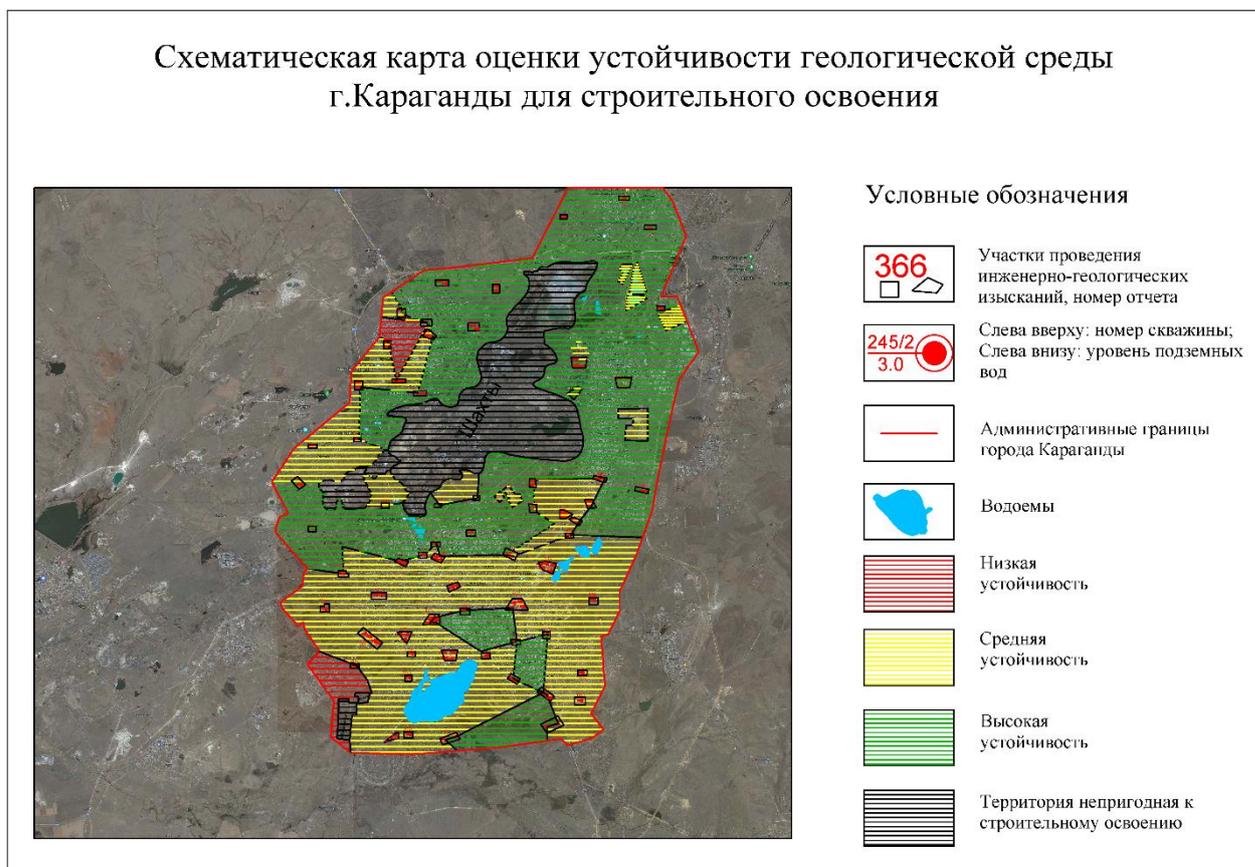


Рисунок 3.15 – Схематическая карта устойчивости геологической среды территории города Караганды

Анализируя полученную карту устойчивости геологической среды территории города Караганды, можно сделать следующие выводы:

- территории с низкой устойчивостью имеют малое распространение и располагаются в юго-западной и северо-западной частях города;
- территории со средней устойчивостью преобладают в большинстве в южной части города, в северо-западной, и лишь малыми островками в северо-восточной;
- высокая устойчивость геологической среды представлена на большей части города и сосредоточена в северо-восточной его части. Таким образом, можно сделать вывод, что перспективным направлением к строительному освоению является северо-восточная часть города Караганды.

#### 4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В последние годы в Республике Казахстан происходит активный экономический рост строительной отрасли. С каждым годом усложняются конструкции зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения [2]. Разработка и использование новых технологий и инженерных сооружений представляет собой определенное нарушение естественного хода вещей. Сложные взаимосвязи между техническими объектами и природными условиями проявляются в виде коренных изменений геологической среды. Геологические условия территории необходимо учитывать не только при разработке месторождений полезных ископаемых, но и при освоении новых районов для строительства зданий и сооружений на освоенных или нарушенных техногенными процессами участках [4]. Для оценки будущей территории строительства необходимо проведение инженерно-геологических изысканий. Целью инженерно-геологических исследований является комплексное обследование будущего участка строительства, а именно определение геологического строения территории, мониторинг за подземными водами, определение физических и физико-механических характеристик грунтов. В связи с этим целью данной работы является оценка устойчивости геологической среды в г. Караганда для строительного освоения. Инженерно-геологические работы проводятся круглогодично и в их программу входят следующие работы: сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет; проходка горных выработок полевые исследования грунтов (статическое зондирование, динамическое зондирование, испытание грунтов штампом); гидрогеологические исследования; лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод; составление прогноза изменений инженерно-геологических условий; камеральная обработка материалов и составление технического отчета [50].

## **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Основополагающим и наиболее опасным этапом при проведении инженерно-геологических исследования является бурение скважин. Буровая установка и оборудование, входящее в ее состав, должны обеспечивать безопасность работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации, предусмотренных эксплуатационной документацией [51].

При использовании в качестве привода установки двигателя внутреннего сгорания конструкцией и установкой топливных баков, систем их заправки, а также выхлопными трубами должны обеспечиваться: пожарная безопасность; заправка без потери горючего; не загрязнение почвы (грунта) [52].

Рабочее место, его оборудование и оснащение, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих. Уровни (концентрации) опасных и (или) вредных производственных факторов, воздействующих на человека на рабочем месте, не должны превышать установленных предельно допустимых значений. Организация рабочего места должна обеспечивать:

- возможность изменения рабочей позы, устойчивое положение и свободу движений работающего, сенсорный контроль деятельности и безопасность выполнения трудовых операций;
- необходимый обзор зоны наблюдения с рабочего места;
- достаточную освещенность соответственно характеру и условиям выполняемой работы.

Организация рабочего места должна исключать или допускать редко и кратковременно работу в неудобных позах (характеризующихся, например, необходимостью сильно наклоняться вперед или в стороны, приседать, работать с вытянутыми или высоко поднятыми руками и т.п.), вызывающих повышенную утомляемость.

При выполнении работ, связанных с воздействием на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов, рабочее место при необходимости должно быть оснащено средствами защиты, средствами пожаротушения и спасательными средствами [53].

Профессия бурильщика относится к работам с вредными и опасными условиями труда, в связи с чем устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю. Сверхурочные работы не должны превышать для каждого работника в течение суток одного часа, двенадцати часов в месяц и ста двадцати часов в год [54].

## 4.2 Производственная безопасность

В процессе бурения скважин на работника возможно негативное воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов.

Все опасности, формируемые в процессе трудовой деятельности, разделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические [55]. Основные элементы производственного процесса инженерно-геологических работ, формирующие опасные и вредные факторы представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Опасные и вредные факторы

Факторы	Нормативные документы
опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести: неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; движущиеся объекты, наносящие удар по телу работающего	ГОСТ 12.4.125-83 «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация»
опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» МР 2.2.7.2129-06 Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой

	территории или в неотапливаемых помещениях
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным шумом и вибрацией	ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования» ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация» ГОСТ 12.4.275-2014 «Средства индивидуальной защиты органа слуха» ГОСТ 31192.1-2004 «Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека»
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования»

Источником травмы работника буровой установки могут выступать вращающиеся части буровых станков, неправильная эксплуатация или неисправное буровое оборудование и приборы. Случаи травматизма при работах с полевой техникой могут быть связаны с такими операциями, как: монтаж-демонтаж бурового оборудования, спускоподъемные операции, отбор керна буровых скважин. Для снижения риска получения травм бурильщику необходимо:

- знать и соблюдать требования настоящей инструкции, правила и нормы охраны труда и производственной санитарии, правила и нормы по охране окружающей среды, правила внутреннего трудового распорядка;
- знать назначение, устройство, правила транспортировки, установки, монтажа, демонтажа и эксплуатации бурового и силового оборудования, их характеристики;
- проходить повторный инструктаж по охране труда на рабочем месте не реже 1 раза в 6 месяцев;

- проходить периодический медицинский осмотр в соответствии с действующим законодательством РК;

- проходить очередную проверку знаний требований охраны труда не реже 1 раза в год.

Работодателями должны предоставлены средства индивидуальной защиты в соответствии с действующими Нормами выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ), разработанными на основании межотраслевых и отраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Работник должен знать и соблюдать правила личной гигиены. Принимать пищу, курить, отдыхать только в специально отведенных для этого помещениях и местах. Запрещается употребление спиртных напитков и появление на работе в нетрезвом состоянии, в состоянии наркотического или токсического опьянения.

Работник обязан немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя работ о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении своего здоровья, в том числе о появлении острого профессионального заболевания (отравления), а также обо всех замеченных неисправностях оборудования, устройств.

При проходке инженерно-геологических выработок необходимо учитывать климатические условия района работ. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. В условиях воздействия низких температур может происходить переохлаждение организма за счет увеличения теплоотдачи. В условиях экстремально низких температур возможно обморожение. Лица, приступающих к работе на холоде, следует проинформировать о его влиянии на организм. Также следует проинформировать о мерах и способах оказания

первой(доврачебной) медицинской помощи. Во избежание получения травм в условиях работ при низких температурах необходимо:

- придерживаться рекомендуемого режима рабочего режима;
- подготовить помещение для обогрева, при этом время на отдых и обогрев включается в рабочее время;
- при температуре ниже  $-40\text{ C}^{\circ}$  следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.
- при силе ветра более 12 м/с следует прекратить любые работы на высоте.

Руководители производственных подразделения в праве при достижении предельных значений температуры воздуха и скорости ветра прекращать плановые работы.

Шум является негативными факторами воздействия, который может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. Интенсивный шум отрицательно действует на весь организм человека. Ослабляется внимание, снижается производительность труда. Вибрация, как и шум вредно воздействует на организм и в первую очередь вызывает заболевание периферической нервной системы так называемую вибрационную болезнь. Допускаемые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». Для того, чтобы снизить влияние шума на человеческий организм необходимо:

- применять средства и методы коллективной и индивидуальной защиты;
- обеспечить контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раза в год.

Вибрация в бурении возникает при спускоподъемных операциях от работающих двигателей (лебедки, насосов, вибросит). Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-2004. Для снижения негативного влияния данного фактора работник обязан соблюдать относящиеся к нему меры вибрационной защиты и правила, которые предписаны регламентом безопасного ведения работ. Также возможно снижение уровня вибрации в источнике ее возникновения двумя способами:

- необходимо производить своевременный профилактический осмотр и ремонт, подтягивание ослабевших соединений, своевременно смазывать вращающиеся детали;

- виброизоляция, которая заключается в уменьшении передачи колебания от источника вибрации к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств.

Опасность поражения электрическим током при бурении связана с недостатками в конструкции и монтаже оборудования; нарушениями правил его эксплуатации; неудовлетворительной организацией рабочих мест; недостаточным инструктажем. Электрический ток, проходя через тело человека оказывает на него сложное действие, являющееся совокупностью термического, электролитического и биологического воздействия. Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, а также в нагреве от высоких температур других органов, приводящем к серьезным функциональным расстройствам. Электролитическое действие тока выражается в разложении крови и других органических жидкостей, вызывая значительные нарушения их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы и мышц легких.

Во избежание поражения электрическим током запрещается: прикасаться к открытым токоведущим частям электрооборудования или оголенным проводам, находящимся под напряжением; самовольно исправлять или подключать электропроводку или электрооборудование; использовать

электрооборудование не по назначению; пользоваться неисправным электрооборудованием или неисправными предохранительными и защитными средствами. В качестве индивидуальных средств защиты при бурении инженерно-геологических скважин необходимо использовать резиновые перчатки и изолирующие подставки для места, где стоит бурильщик.

#### 4.2.1 Расчет уровня вибрации на рабочем месте бурильщика

Для оценки вибрации необходимо рассчитать эквивалентное виброускорение, которое определяется по формуле:

$$A_t = k_1 * \left[ \frac{1}{T_0} \int_{T_0}^T a_{lw}^2(t) dt \right]^{1/2} \quad (4.1)$$

где  $k_1$  – корректирующий коэффициент для направления измерений  $l$ ;  
 $a_{lw}$  – скорректированное виброускорение в момент времени  $t$ , определенное на всем интервале рабочего дня  $T_0 = 28800$  с;

Если вибрацию на месте под бурильщиком измеряют в течение всего 8-часового рабочего дня, то с перерывами на отдых и обед выходит 6-часовое воздействие, эквивалентное виброускорение в направлении рассчитывают в соответствии с формулой (2).

$$A_t = k_1 \sqrt{\frac{1}{8} a_{lw}^2 * 6} = k_1 \frac{\sqrt{3}}{2} * a_{lw} \quad (4.2)$$

где  $k_1$  – корректирующий коэффициент, который для оси Z равен 1;

Оценка вибрационного воздействия на бурильщика рассчитывается для буровой установки ПБУ -2. Расчет уровня вибрации представлен в таблице 2.

Значение эквивалентного виброускорения за смену не превышает предельно-допустимую норму. Однако при длительном воздействии (от 1 года и больше) возможно появление симптомов синдрома локальной вибрации.

Таблица 4.2 – Расчет уровня вибрации на бурильщика

Корректирующий коэффициент ( $k_1$ )	Период измерений (Т), ч	Среднеквадратичное значение скорректированного виброускорения ( $a_{1w}$ ), м/с <sup>2</sup>	Эквивалентное виброускорение ( $A_1$ ), м/с <sup>2</sup>
1	6	1.40	1.21

### 4.3 Экологическая безопасность

Оценка устойчивости геологической среды с целью строительного освоения проводится в пределах г.Караганды.

#### 4.3.1 Защита атмосферы

Воздействие на атмосферный воздух будет производиться в период бурения горных выработок. Источником загрязнения выступают буровая установка и обслуживающий автотранспорта. Так как загрязнение атмосферы при производстве работ будет иметь локальный и кратковременный характер и при условии соблюдения норм эксплуатации машин и механизмов не окажет существенного влияния на природную среду.

#### 4.3.2 Защита гидросферы

Гидрогеологические исследования в составе инженерно-геологических исследований производятся для определения характеристик взаимодействия проектируемого объекта и водоносных горизонтов. Для этого замеряется

положение уровня подземных вод и забор пробы для определения химического состава. Для замера уровня подземных вод в скважинах, используется рулетка с грузом на конце в виде «глухаря». Опущенный в выработку глухарь при соприкосновении с поверхностью воды издает глухой отчетливый звук. Сделав отсчет по рулетке (с учетом длины глухаря), определяет глубину зеркала воды. После замера уровня грунтовых вод осуществляется отбор проб с помощью пробоотборной желонки. Технология инженерно-геологического изучения грунта не предусматривает сброса сточных вод в поглощающие горизонты. В связи с чем, загрязнение и истощения подземных водоисточников не происходит.

Заправка техники и автотранспорта осуществляется при жестком соблюдении соответствующих норм и правил, исключающих загрязнение грунтовых вод. При проведении работ будет предусмотрено водоснабжение привозной питьевой и технической водой. Таким образом, можно сделать вывод что влияние инженерно-геологических изысканий на геологическую среду оказывают воздействия низкой значимости.

### **4.3.3 Защита литосферы**

Деятельность работ не связана с сильным загрязнением и нарушением поверхностного почвенно-растительного слоя. Буровые площадки будут размещаться с минимальным нарушением леса и использованием существующих дорог, просек и полей

Перед началом работ с участков бурения предварительно снимается почвенно-растительный слой (ПРС) и складывается в непосредственной близости от места проведения работ, накрывается пленкой для предотвращения пыления. ПРС складывается отдельно от грунта и после окончания работ будет возвращен на место. Глубина и диаметр инженерно-геологических скважин не требует специальных работ по ликвидации скважин и осуществляется тампонированием выбуренной породы.

#### 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [56]. По характеру источников возникновения ЧС бывают: природные; техногенный; экологические; биолого-социальные. Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного (пожары) и природного характера (ураган, буря).

Город Караганда находится на территории с сильными ветрами, скорость которых может достигать 200 км/ч. Такой ветер классифицируется как ураган или буря, в зависимости от длительности воздействия. Нередко он сопровождается ливневыми дождями в теплое время года и бурным выпадением снега – в холодное.

Опасность для людей при таких природных явлениях заключается в разрушении дорожных и мостовых покрытий, сооружений, воздушных линий электропередачи и связи, наземных трубопроводов, а также поражении людей обломками разрушенных сооружений, осколками стекол, летящими с большой скоростью.

С получением информации о приближении урагана, бури, смерча следует немедленно укрыться в защитных сооружениях или укрытиях, в зданиях. В случае отсутствия таковых держитесь как можно дальше от легких построек, зданий, мостов, эстакад, линии электро-передачи, мачт, рекламных щитов, деревьев. Для защиты от легких обломков и осколков стекла используйте листы фанеры, картонные и пластмассовые ящики, доски и другие подручные средства; используйте в качестве укрытий придорожные кюветы, балки, лоцины и канавы. Найдите любую выемку на вашем пути,

лягте на ее дно лицом вниз, постарайтесь как можно плотнее прижаться к земле.

Пожар – это неконтролируемое горение, сопровождающееся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Основные причины пожара: неосторожное обращение с открытым огнем (курение, костры, сварка, искры), электрооборудованием, халатность персонала, разряды статического электричества, удар молнии.

Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств специально отведенное место для курения. Противопожарный щит должен быть установлен в 8...10 м от рабочего места бурильщика. Для обеспечения пожарной безопасности необходимо проводить следующие мероприятия: инструктаж по противопожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем; огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки; разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки; полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов. Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время – освещены, в зимнее время – расчищены. Для обеспечения безопасности необходимо разработать мероприятия по профилактике и защите людей и материальных ценностей. Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, должны проходить первичный противопожарный инструктаж.

Выводы по разделу:

Категория помещения по электробезопасности – наружное помещение 2 категории – специального образования не требуется, необходимо пройти обучение в образовательной организации с целью получения знаний и навыков в объеме не менее 72 ч.

Категории работ по уровню энерготрат организма – Па (работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или

предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения).

Категория наружных установок по пожарной опасности – ДН пониженная пожароопасность (присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН)

Категория объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду – IV категория.

## **5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не только научной ценностью открытия, но и ее коммерческой выгодой. Оценка коммерческой ценности научного проекта в современных реалиях является необходимым условием дальнейшего его развития и поиска потенциальных инвесторов, коммерциализации результатов научной деятельности.

Коммерческая привлекательность научного проекта определяется не только превосходством данного исследования над предыдущими, но и его востребованностью на рынке, соотношением цена – качество, временем, необходимым для развития проекта, чтобы выпустить его на рынок услуг.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспектив и успеха исследовательского проекта, разработка механизма управления и поддержка конкретных проектных решений на этапе реализации.

### **5.1 Предпроектный анализ**

В последние годы в Республике Казахстан происходит активный экономический рост строительной отрасли. Объем выполненных строительных работ по всему Казахстану с 2016 г. по 2020 г. увеличился с 3.3 до 4.9 триллионов тенге. Объем строительных работ в Карагандинской области увеличился с 1.5 до 4.7 триллионов тенге за период с 2016 по 2020 гг. Анализируя диаграмму, представленную на рисунке 1, можно сделать вывод, что вклад в объем строительных работ распределяется следующим образом: первое место занимает Атырауская область (18%), на втором месте

– г.Нур-Султан (12%), и замыкает первую тройку Карагандинская область (9%).

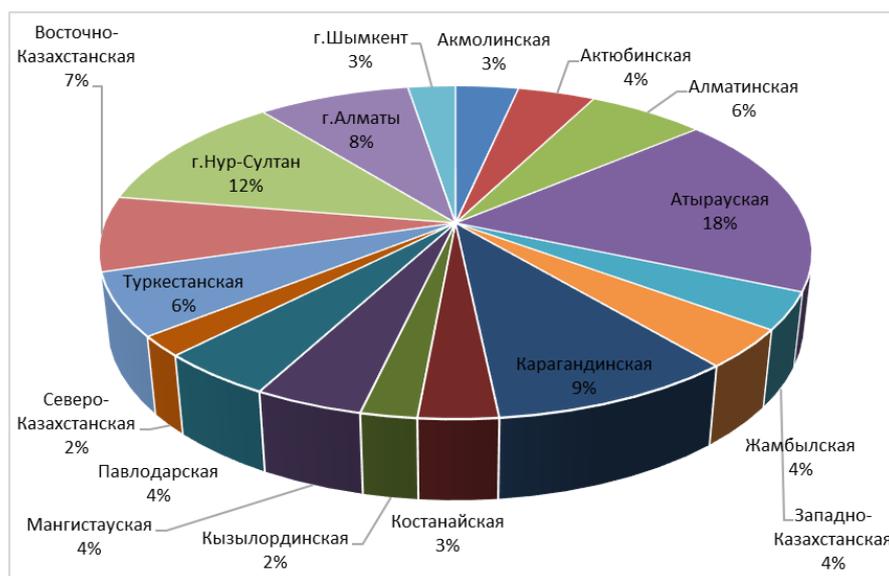


Рисунок 5.1 – Вклад областей в общий объем строительных работ

При разработки строительного проекта обязательным разделом являются инженерные изыскания. В 2020 г. на деятельность по проведению геологической разведке и изысканий в Казахстане приходится 51753 млн.тг, при этом 9.4% приходится на долю Карагандинской области.

Инженерные изыскания для строительства – работы, проводимые для комплексного изучения природных условий района, площадки, участка, трассы проектируемого строительства, местных строительных материалов и источников водоснабжения и получения необходимых и достаточных материалов для разработки экономически целесообразных и технически обоснованных решений при проектировании и строительстве объектов с учетом рационального использования и охраны природной среды, а также получения данных для составления прогноза изменений природной среды под воздействием строительства и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений. Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать изучение геологических условий районатстроительства. Инженерно-геологические изыскания подразделяются на два этапа: разработка предпроектной документации и рабочая стадия. Инженерно-геологические

исследования и изыскания для разработки предпроектной документации проводятся: при составлении различного рода схем, концепций и программ развития регионов; при разработке градостроительной документации; при разработке обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. Для этого разрабатываются карты по инженерно-геологическому районированию на основе использования имеющихся геологических, гидрогеологических и других карт соответствующего масштаба. При недостатке материалов исследований прошлых лет проводятся дополнительные инженерно-геологические исследования.

Карагандинская область является самой большой областью в Казахстане по площади и включает в себя 9 районов, 9 городов, из которых г.Караганда является самым крупным. В настоящее время Карагандинская область – самая крупная по промышленному потенциалу, богатая минералами и сырьём и имеет положительные тенденции социально-экономического развития. В связи с этим актуальным является составление карты устойчивости геологической среды для строительного освоения с целью оптимизации инженерно-геологических изысканий.

### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для проведения анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Произведем сегментирование по видам услуг и потенциальным заказчикам (таблица 5.1). Инженерно-геологические изыскания подразделяются на 2 этапа:

- предпроектный этап работ (предварительная оценка территории с целью определения участков строительства посредством проведения полевых и лабораторных работ);
- рабочий этап (детальные исследования на уже выбранных участках строительства).

Довольно часто организации экономят бюджет на предварительной стадии исследований, не осознавая, что в дальнейшем это повлечет не только еще большую статью расходов, но и затрат временных ресурсов. Разработанная карта устойчивости геологической среды позволит производить предварительную оценку и экономить деньги и время без ущерба производству.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка инженерно-геологических изысканий

		Рабочий этап	Комплекс услуг (карта+рабочий этап)
Заказчики	Проектные организации		
	Строительные организации		
	Геологоразведочные организации		
	Мониторинговые организации		

По результату сегментирования рынка видно, что сегмент по предложению комплекса услуг не занят.

### **5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, следует проводить систематически, поскольку рынки прибывают в постоянном движении.

С этой целью используем имеющуюся информацию о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- бюджет разработки;

- уровень проникновения на рынок и т.д.

Проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки с помощью оценочной карты (таблица 5.2). Для этого отберем три организации, осуществляющих деятельность для разработки рабочей документации (условно Бк1) и одну организацию (Бф), которая осуществляет деятельность по комплексу услуг – проведение предварительной оценки территории и составления рабочего проекта.

Позиция продукта каждой организации оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумму должны составлять 1.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	К1	К2	К3
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4	3	4	4	0.40	0.30	0.40	0.40
2. Удобство в эксплуатации	0,17	5	3	4	4	0.85	0,51	0.68	0.68
3. Энерго-экономичность	0,13	5	3	4	4	0.65	0.39	0.52	0.52
4. Надежность	0,10	4	5	3	4	0.40	0.50	0.30	0.40
5. Простота эксплуатации	0,10	5	4	3	4	0.50	0.40	0.30	0.40
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	5	4	4	5	0.40	0.32	0.32	0.40
2. Цена	0,13	4	3	5	3	0.52	0.39	0.45	0.39
3. Срок выполнения работ	0,14	5	3	4	3	0.70	0.42	0.56	0.42
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	5	4	4	0.20	0.25	0.20	0.20
<b>Итого</b>	<b>1.00</b>	<b>41</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>4.62</b>	<b>3.48</b>	<b>3.73</b>	<b>3.81</b>

Создание оценочной карты позволит заинтересовать инвесторов и партнеров, а также завоевать доверие заказчиков, продемонстрировав явные преимущества разработки.

### 5.1.3 SWOT – анализ

SWOT анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities (возможности), threats (угрозы). Перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Результат сведем в матрицу SWOT (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Наличие базы данных инженерно-геологических исследований;</p> <p>С2. Нацеленность на результат, а не только на прибыль;</p> <p>С3. Наличие специализированного оборудования;</p> <p>С4. Квалифицированные работники;</p> <p>С5. Открытость руководителя проекта к новым идеям.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Недостаток временных ресурсов;</p> <p>Сл2. Необходимость обучения для работы с новым ПО;</p> <p>Сл3. Неполная база данных инженерно-геологических исследований;</p> <p>Сл4. Отсутствие геологических, геоморфологических карт по г.Караганда</p> <p>Сл5. Отсутствие четких критериев оценки</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Пополнение базы данных инженерно-геологических исследований при помощи гос.архивов;</p> <p>В2. Использование нового бесплатного программного обеспечения;</p> <p>В3. Участие в гос.грантах для проведения доп. исследований.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Изменения в нормативной документации;</p> <p>У2. Экономический спад в строительной отрасли, в результате воздействия внешних факторов;</p> <p>У3. «Текучка» кадров;</p>		

У4. Ужесточение требований от гос.заказчиков; У5. Лоббирование конкурентов.		
--	--	--

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа построим интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведем в таблицу 4. Со знаком «+» означает сильное соответствие сильных сторон возможностям, со знаком «-» - слабое соответствие, «0» - при сомнении.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Возможности проекта	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+	+
	В4	+	+	0	+	+
	В5	+	+	+	+	+
С1В1, С1В2, С1В3, С1В4, С1В5С2В5, С2В1С2В2С2В3, С2В4, С2В5, С3В1С3В2С3В3, С3В4, С3В5, С4В1С4В2С4В3, С5В1С5В2С5В3, С5В4С5В5						
		Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности проекта	В1	-	+	+	+	+
	В2	-	+	+	+	-
	В3	-	+	+	0	0
	В4	0	0	-	-	0
	В5	-	-	-	-	+
Сл1В1Сл1В2Сл1В3, Сл1В4Сл2В4, Сл1В5Сл2В4Сл2В5, Сл2В1Сл2В2Сл2В3, Сл3В1Сл3В2, Сл3В3, Сл3В4Сл3В5Сл4В4, Сл5В1, Сл5В3Сл5В4						
		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Угрозы проекта	У1	-	0	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	-	-	0	-
	У5	-	-	-	-	-
С1У1С1У4С3У1, С1У2С2У2С3У4, С1У3С2У3С3У3, С4У1 С4У4, С1У5С2У5С3У5 С4У5С5У5, С3У2, С1У5С2У5С3У5С4У5С5У5, С4У2С4У5, С4У3, С1У5С2У5С3У5С4У5С5У5, С2У1С5У1, С5У1С5У2С5У3С5У4С5У						
		Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Угрозы проекта	У1	-	-	-	0	-
	У2	-	-	-	0	-С

	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-	0
	У5	0	-	-	-	
Сл1У1Сл1У4, Сл1У2, Сл1У3, Сл2У1, Сл2У2Сл2У5, Сл2У3Сл5У3, Сл2У4, Сл3У1Сл3У3Сл3У4, Сл3У2Сл3У5Сл5У2, Сл4У1Сл4У2, Сл4У4Сл4У3, Сл4У5Сл5У5						

Рассмотрим сильные и слабые стороны проекта.

Сильные стороны: наличие базы данных инженерно-геологических исследований, накопленные за годы работы компании; нацеленность на получения качественной оценки геологических условий и развитие научного потенциала инженерно-геологической отрасли, а не только получение финансовой прибыли; наличие специализированного оборудования; квалифицированные работники, повышающие свой уровень профессионализма; открытость руководителя проекта к новым идеям.

Слабые стороны: недостаток временных ресурсов; устаревшее программное обеспечение (ПО); неполная база данных инженерно-геологических исследований.

Возможности: пополнение базы данных инженерно-геологических исследований при помощи гос.архивов; использование бесплатного программного обеспечения; участие в гос.грантах для проведения дополнительных исследований.

Угрозы: изменения в нормативной документации; экономический спад в строительной отрасли, в результате воздействия внешних факторов; «текучка» кадров; ужесточение требований от гос.заказчиков; лоббирование конкурентов.

Соотношение сильных и слабых сторон с возможностями и угрозами внешней среды позволят выявить необходимость стратегических изменений (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Наличие базы данных инженерно-геологических исследований;	Слабые стороны: Сл1. Недостаток временных ресурсов;
--	---	--

	<p>С2. Нацеленность на результат, а не только на прибыль;</p> <p>С3. Наличие специализированного оборудования;</p> <p>С4. Квалифицированные работники;</p> <p>С5. Открытость руководителя проекта к новым идеям;</p>	<p>Сл2. Необходимость обучения для работы с новым ПО;</p> <p>Сл3. Неполная база данных инженерно-геологических исследований;</p> <p>Сл4. Отсутствие геологических, геоморфологических карт г.Караганды</p> <p>Сл5.Необходимость периодического мониторинга изменений</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Пополнение базы данных инженерно-геологических исследований при помощи гос.архивов;</p> <p>В2. Использование нового бесплатного программного обеспечения;</p> <p>В3. Участие в гос.грантах для проведения доп. исследований.</p> <p>В4. Сокращение сроков проектирования</p> <p>В5. Появление спроса со стороны заказчиков</p>	<p>«СиВ»:</p> <p>С1В1. Полная база данных геологических исследований, как следствие более детальное районирование территории;</p> <p>С1В2. База данных в цифровом виде – быстрый доступ, возможность уточнений, в будущем совместимость с другими исследованиями;</p> <p>С1В3 Исследование территории со сложными геологическими условиями;</p> <p>С1В4 Сокращение сроков исполнения работ;</p> <p>С1В5 Возможность предоставления услуг нескольким организациям одновременно;</p> <p>С2В1С2В2С2В3. Дальнейшее развитие научного потенциала проекта;</p> <p>С2В4С2В5 Проведение качественной работы за короткий срок;</p> <p>С3В1С3В2С3В3. Проведение полевых работ высокого качества;</p> <p>С3В4 –«0»</p> <p>С3В5 Возможность выполнять работу в соответствии с требованиями нормативов;</p> <p>С4В1С4В2С4В3 Обработка результатов полевых работ в высокого качества;</p>	<p>Сл1В1Сл1В2Сл1В3 Необходимость сверхурочного времени для развития проекта;</p> <p>Сл1В4Сл2В4 – «0»</p> <p>Сл1В5Сл2В4Сл2В5 Вероятность невыполнения всех требований заказчика</p> <p>Сл2В1Сл2В2Сл2В3 Расширение штата сотрудников;</p> <p>Сл3В1Сл3В2 Возможность дополнять данные по мере их поступления;</p> <p>Сл3В3 Дополнительные возможности исследования за счет гос.средств;</p> <p>Сл3В4Сл3В5Сл4В4 Вероятность неудовлетворительной точности данных;</p> <p>Сл4В1Сл4В2 Возможность построение карт на основе данных;</p> <p>Сл4В3 – «0»;</p> <p>Сл4В4 Нехватка времени на проведение для проведения полевых испытаний;</p> <p>Сл5В1 Возможность проведения анализа изменений со временем</p> <p>Сл5В2 Необходимость приобретения дополнительного модуля программы</p> <p>Сл5В3Сл5В4–«0»</p> <p>Сл5В5 Спрос на проведение работ по мониторингу</p>

	<p>C4B4 Меньше времени будет затрачено на проект</p> <p>C4B5 Улучшение репутации компании</p> <p>C5B1C5B2C5B3. Новые идеи для увеличения конкурентоспособности проекта;</p> <p>C5B4C5B5 Разработка и внедрение новых элементов в проект.</p>	
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Изменения в нормативной документации;</p> <p>У2. Экономический спад в строительной отрасли, в результате воздействия внешних факторов;</p> <p>У3. «Текучка» кадров;</p> <p>У4. Ужесточение требований от гос.заказчиков;</p> <p>У5. Лоббирование конкурентов.</p>	<p>C1Y1C1Y4C3Y1</p> <p>Вероятность, что заказчиков не устроит качество продукта исследований;</p> <p>C1Y2C2Y2C3Y4</p> <p>Вероятность того, что спрос на продукт исследований будет низкий;</p> <p>C1Y3C2Y3C3Y3</p> <p>Вероятность более низкого качества работы;</p> <p>C2Y1 – «0»</p> <p>C2Y4C3Y2 Снижение прибыли;</p> <p>C3Y2 Простой оборудования;</p> <p>C4Y1 Необходимость дополнительного обучения;</p> <p>C4Y2C4Y5 Отсутствие возможности повышения зарплаты;</p> <p>C4Y3 Потеря квалифицированных работников;</p> <p>C4Y4C5Y1 – «0»</p> <p>C1Y5C2Y5C3Y5C4Y5C5Y5</p> <p>Снижением темпов развития проекта, низкая прибыль, низкая конкурентоспособность;</p> <p>C5Y1C5Y2C5Y3C5Y4C5Y5</p> <p>Слабая реализация новых разработок.</p>	<p>Сл1Y1Сл1Y4 Упущения в знании нормативной базы;</p> <p>Сл1Y2 Недостаток ресурсов для маркетинговой кампании проекта;</p> <p>Сл1Y3 Сниженные требования к квалификации новых сотрудников;</p> <p>Сл1Y5 – «0»</p> <p>Сл2Y1 Недостаток времени для изучения нового материала;</p> <p>Сл2Y2Сл2Y5 Низкая востребованность новшеств;</p> <p>Сл2Y3Сл5Y3 Трата времени на введение в курс дел новых сотрудников;</p> <p>Сл2Y4 Трата ресурсов на изменения проекта в связи с новыми требованиями;</p> <p>Сл3Y1Сл3Y3Сл3Y4</p> <p>Снижение качества имеющегося продукта;</p> <p>Сл3Y2Сл3Y5Сл5Y2</p> <p>Снижение потребления продукта;</p> <p>Сл4Y1Сл4Y2 – «0»</p> <p>Сл4Y4Сл4Y3 Недостаток ресурсов для выполнения работ;</p> <p>Сл4Y5Сл5Y Отток клиентов к конкурентам;</p> <p>Сл5Y1 Необходимость изменения порядка работ</p> <p>Сл5Y4 – «0»</p>

### 5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценку готовности к коммерциализации научно-исследовательского проекта полезно проводить на любой стадии его жизненного цикла. Для этого проработаем ряд вопросов, содержащих показатели проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенции разработчика данного проекта (таблица 5.6). Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень знаний, имеющихся у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (1)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Таблица 5.6 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	3	4
2	Определены перспективы направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3	Определены отрасли и технологии для предложения на рынке	4	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7	Проведены маркетинговые исследования рынка сбыта	3	1
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1

9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	1
10	Разработана стратегия реализации научной разработки	1	1
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм научного проекта	3	3
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	34	32

По результатам степени готовности научного проекта к коммерциализации можно сделать следующие выводы:

- степень проработанности проекта является средней (сумма баллов составила 34)
- сумма баллов по уровню имеющихся знаний у разработчика составила 32, что также говорит о средней проработанности проекта.

### 5.1.5 Метод коммерциализации научного проекта

В качестве метода коммерциализации данного научного исследования предполагается инжиниринг. Двумя сторонами будет заключен договор о передаче данных. При этом будет предоставляться не проект в целом, а только данные, касающиеся будущей территории строительства освоения.

## 5.2 Инициация проекта

Инициация проекта – это процесс управления проектом, результатом которого является принятие решения о начале проекта или очередной фазы его жизненного цикла. Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или нового этапа существующего. В рамках процессов инициации определяются первоначальные цели и содержание и регистрируются первоначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат исследовательского проекта. Эта информация зафиксирована в Уставе проекта. Устав проекта документирует потребности бизнеса, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

### 5.2.1 Цели и результаты проекта

Пользователями разработанного проекта могут стать: руководство инженерно-геологических компаний, проектные организации и строительные компании, а также конечные потребители, созданного строительными организациями (владельцы жилых и промышленных зданий и сооружений, коммуникаций). Команда проекта лично заинтересована в разработке карты для применения ее при инженерно-геологических изысканий (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Заинтересованные стороны проекта

№	Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
1	Команда проекта	Реализация исследовательского проекта
2	Руководство инженерно-геологической компании куда будет передан проект	Коммерциализация исследовательского проекта
3	Потенциальные заказчики (проектные организации, строительные компании)	Качественный продукт за приемлемую цену
4	Конечные потребители продукта, созданного строительными организациями	Надежные здания и сооружения гражданского и промышленного назначения

Цель работы – оценка устойчивости геологической среды г.Караганды для строительного освоения.

Результат работы – карта районирования геологических свойств среды с количественной оценкой пригодности к строительному освоению.

Карта будет использоваться для предварительной оценки территории для строительства зданий и сооружений.

Цель проекта – изучение конкурентоспособности проекта, себестоимости, получение выручки, изучение рынка сбыта, заинтересованных организаций, которыми в данной работе могут стать строительные и проектные компании, службы мониторинга, геологоразведочные организации.

В таблице 5.8 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 5.8 – Цели и результаты проекта

<b>Цели проекта</b>	Оценка геологической устойчивости среды г.Караганда для строительного освоения.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Получение районирования территории г.Караганды, которое предоставит полную информацию о рассматриваемых свойствах среды.
<b>Критерии приемки результатов проекта</b>	Районирование должно охватывать всю территорию г.Караганды; должны быть нанесены все рассматриваемые в данной работе свойства геологической среды.
<b>Требования к результатам проекта</b>	Карта должна быть доступна для понимания специалистам проектных и строительных организаций.

## 5.2.2 Организационная структура проекта

Состав рабочей группы проекта представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Рабочая группа проекта

	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудозатраты, час</b>
<b>1</b>	Бракоренко Н.Н.	Руководитель	Постановка цели и задач	20
<b>2</b>	Борисова К.Е.	Исполнитель проекта	Реализация проекта	1056
<b>3</b>	Сечин А.А.	Эксперт проекта	Специалист по соц.ответственности проекта	20
<b>4</b>	Рыжакина Т.Г.	Эксперт проекта	Специалист по менеджменту проекта	20

При написании научного проекта, кроме магистра задействованы специалисты:

Руководитель проекта, отвечающий за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта. Руководитель магистерской диссертации чаще всего является и руководителем проекта.

Эксперт проекта, это специалист со специальными знаниями и опытом, которых нет у участника проекта и его руководителя. В магистерской работе это консультант.

Исполнитель по проекту – это сам магистрант, являющийся специалистом, выполняющем отдельные работы по проекту магистерской диссертации.

### 5.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые стать ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта и ли его продукта, которые не реализуются в рамках данного проекта.

Таблица 5.10 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/допущения</b>
Бюджет проекта	5 млн тг
Источник финансирования	ТОО «Геометрия Group»
Сроки проекта	01.09.2020 – 31.05.2022
Дата утверждения плана управления проектом	01.09.2020
Дата завершения проекта	30.05.2022
Прочие ограничения и допущения	Невозможность провести исследования на застроенных участках

## 5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

### 5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ проекта – это иерархическое разбиение всей работы, которую необходимо выполнить для достижения целей проекта, на более мелкие операции и действия до такого уровня, на котором способы выполнения этих действий вполне ясны и соответствующие работы могут быть оценены и спланированы. Иерархическая структура для данного исследовательского проекта представлена на рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 – Иерархическая структура работ проекта

### 5.3.2 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Эта информация представлена в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Контрольные события проекта

№п /п	Контрольные события	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Анализ рынка инженерно-геологических работ	01.09.21	Анализ имеющихся инженерно-геологических услуг
2	Определение направления исследовательского проекта	15.10.21	Предварительная структура проекта
3	Анализ иностранных статей	20.10.21	Анализ имеющихся разработок по теме проекта
4	Сбор необходимых данных для реализации проекта	24.10.21-15.02.22	Отчет о проделанной работе
5	Структуризация полученной информации	20.03.22	Главы магистерской диссертации

### 5.3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта (таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Календарный план проекта

№	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Обсуждение плана проекта	7 4	01.09.2020	12.09.2020	Борисова К.Е. Бракоренко Н.Н.
2	Литературный анализ статей	118	14.09.2020	10.01.2021	Борисова К.Е.
3	Выбор темы исследования	8 7	11.01.2021	01.02.2021	Борисова К.Е. Бракоренко Н.Н.
4	Собеседование с руководителем обсуждения всей имеющейся информации	5 5	02.02.2021	12.02.2021	Борисова К.Е. Бракоренко Н.Н.
5	Сбор материалов для исследования	213	14.02.2021	15.09.2021	Борисова К.Е.
6	Обработка и обсуждение полученных результатов, корректировка	200 15	17.09.2022	20.04.2022	Борисова К.Е. Бракоренко Н.Н.
7	Подготовка к защите	28 6	21.04.2022	25.05.2022	Борисова К.Е. Бракоренко Н.Н.
8	Защита магистерской диссертации	1	17.06.2022		Борисова К.Е.
	ИТОГО	617	01.09.2020	25.05.2022	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующими датами начала и окончания выполнения данных работ. На графике различной штриховкой выделены работы, в зависимости от ответственных исполнителей (таблица 5.13).

На основании данных графика можно сделать вывод, что наиболее трудоемкими являются сбор материалов и их обработка, обсуждение полученных результатов – 213 и 215 календарных дней соответственно. Анализ литературы также занимает большую часть времени – 118 календарных дней. Обсуждение плана проекта и выбор темы исследования составляет 11 и 15 дней соответственно. Собеседование с руководителем обсуждения всей имеющей информации составил 10 календарных дней. Подготовка к защите является заключительным этапом, когда происходит «шлифовка» полученных результатов и составляет 34 дня. И на финальный этап проекта – защиты диссертации отводится 1 день.

Длительность выполнения проекта в календарных днях составила:

580 дней (инженер-геолог);

-37 дней (Руководитель проекта).

Общее количество дней, потраченных на проект, составляет 617 календарных дней.

Трудоемкость обсуждения плана проекта и собеседование с руководителем составляет 9 человеко-дней или 2.12% от общей трудоемкости проекта, наибольшей составляющей является сбор материалов для исследования, обработка и обсуждение полученных результатов и литературный обзор, что составляет 86.5% (таблица 5.14).

Таблица 5.13 – Календарный план-график проекта

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , кал. дней	2020 г.				2021 г.								2022 г.											
				Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь		
1.	Обсуждение плана проекта	Руководитель Исполнитель	4 7	 																							
2.	Литературный анализ статей	Исполнитель	118																								
3.	Выбор темы исследования	Руководитель Исполнитель	7 8					 																			
4.	Собеседование с руководителем обсуждения всей имеющей информации	Руководитель Исполнитель	5 5					 																			
5.	Сбор материалов для исследования	Исполнитель	213																								
6.	Обработка и обсуждение полученных результатов, корректировка	Руководитель Исполнитель	15 200																								
7.	Подготовка к защите	Руководитель Исполнитель	6 28																				 				
8.	Защита магистерской диссертации	Исполнитель	1																								
<i>Исполнитель</i>			580																								
<i>Руководитель проекта</i>			37																								

Таблица 5.14 – Трудоемкость работ в человеко-днях

№	Вид работ	Продол., раб. дней	Число исполн.	Трудоемкость	
				человеко-дней	доля
1	Обсуждение плана проекта	9	2	6 3	2.12%
2	Литературный анализ статей	79	1	79	18.70%
3	Выбор темы исследования	16	2	8 8	3.70%
4	Собеседование с руководителем обсуждения всей имеющей информации	9	2	5 4	2.12%
5	Сбор материалов для исследования	143	1	143	33.80%
6	Обработка и обсуждение полученных результатов, корректировка	144	2	135 9	34.00%
7	Подготовка к защите	22	2	22	5.20%
8	Защита магистерской диссертации	1	1	1	0.36%
	Итого	423		399+24	100%

### 5.3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета исследований должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов запланированных расходов, необходимых для его реализации. В процессе бюджетирования затраты группируются по пунктам, представленным в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Сырье и материалы

Наименование	Количество	Цена за ед., тг	Сумма, тг
Ноутбук Lenovo ideapad L340 gaming	1	250 000	250 000
AutoCAD (Локальная лицензия, новая лицензия на 1 год)	1	320 000	320 000
Итого			570 000

#### *Основная заработная плата исполнителей проекта*

В настоящую статью включается заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по

заработной плате зависит от трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сведен в таблицу 5.16.

Статья включает основную заработную плату работников (включая премии и 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 рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}$$

$Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$  – средnezарботная плата работника, тг.;

$T_{раб}$  – продолжительность работ, рабочие дни.

Среднедневная заработная плата работников рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = (Z_m * M) / F_d$$

$Z_m$  – месячный доходный оклад работника;

$Z_б$  – базовый оклад, тг.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска, при отпуске 24 раб. дня и 5-ти дневной недели –  $M=11.2$  месяца.

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени, раб. дней, таблица 5.17.

Таблица 5.16 – Расчет основной заработной платы

Работник	$Z_б$	$k_p$	$Z_m$	$M$	$F_d$	$Z_{дн}$	$T$	$Z_{осн}$
Исполнитель	150000	1.15	172500	11.2	185	10443	399	4166757
Руководитель проекта	200000	1.00	200000	1.7	24	14166	24	339984

Таблица 5.17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	632	632
Количество нерабочих дней -выходные дни	183	183

-праздничные дни	26	26
Потери рабочего времени -отпуск -невыходы по болезни	0	5
Действительный      годовой      фонд рабочего времени	24	399

Дополнительная заработная плата включает сумму выплат отпусков, вознаграждений за выслугу лет и т.д. Обычно от 10-15%, в среднем 12 %. В работе берётся среднее 10% выплаты. Данные расчетов отражены в таблице 5.18.

Таблица 5.18 – Расчёт дополнительной заработной платы

Работник	$Z_{осн}$	$K_{доп}$	$Z_{доп}$	$C_{зп}$	$C_{зп} \text{ I день}$
Исполнитель	4166757	0.10	416675	4583432	11487

В таблице 5.19 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.19 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель проекта	Исполнитель
Основная зарплата	339984	4166757
Дополнительная зарплата	-	416675
Итого по статье $C_{зп}$	339984	4583432

Таким образом, размер основной и дополнительной заработной платы при выполнении работы, по изучаемой теме составит 4923416 тг.

Тарифы страховых взносов разделены на несколько категорий:

- по пенсионному страхованию (10%);
- отчисления, направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС (5.0%);
- взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства (5.0%);

Первые три вида взносов регулируются Правилами составления налоговой отчетности «Расчет отчислений в фонды содействия занятости,

обязательного медицинского страхования, государственного социального страхования, государственный центр по выплате пенсий и отчислений пользователей автомобильных дорог (форма 641.00). Размеры страховых взносов представим в таблице 5.20.

Таблица 5.20 – Размер страховых отчислений во внебюджетные фонды

<b>Тип страховых взносов</b>	<b>Ставка в процентах</b>
по пенсионному страхованию	10
отчисления, направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС	5
взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства	5
<b>Итого:</b>	<b>20</b>

Таким образом, общий размер страховых отчислений во внебюджетные фонды составляет 20%.

#### *Научные и производственные командировки*

В данной статье рассматриваются расходы, связанные с оплатой суточных членам полевой группы (1 чел.). Размер суточного содержания при выполнении полевых работ каждая организация устанавливает самостоятельно, в данном случае эта сумма составляет 6МПП (18378) на человека в сутки. Таким образом, общий размер расходов на суточное содержание составит  $18378 * 1 \text{ чел.} * 5 \text{ дней} = 91890 \text{ тг.}$

#### *Накладные расходы*

В эту статью включаются затраты на управление, хозяйственное обслуживание, ремонт оборудования, аренду помещений и т.д. Обычно накладные составляют 10-90% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по рассматриваемой теме, при научных разработках берётся меньший процент, в среднем 10-20%. В данном случае накладные приняты в размере 20% и составляют  $4923416 \text{ тг} * 0,20 = 984683 \text{ тг.}$

В эту же статью входит расчет за программное обеспечение – 320000, услуги связи с интернетом – 30000, затраты на транспортные расходы – 15000 тг., канцелярия – 5000 тг. Примерные затраты не превышают 30%.

Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0.3 \cdot 4923416 = 739200 \text{ тг}$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов принят 0.3.

Таким образом, затраты проекта составляет 1723883 тг. Полученные данные сведём в общую таблицу 5.21.

*Бюджет научного исследования*

Объём капиталовложений по общей сметной стоимости составляет 992 10987780 тг.

Таблица 5.21 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	570 000	-	4506741	416675	901348	91890	-	-	1723883	5837841
Аналог (организация по изысканиям)	5000000		6000000	700000	1200000	1500000	-	-	2680000	17080000

Операционные затраты, тг.=сырье+амортизация+ЗП (осн+доп)+соц.отч.+науч.ком+контр.расх+накл.расх=35%\*бюджета

$$A_{\Gamma} = C_{\text{перв.}} \cdot H_a / 100 = C_{\text{перв.}} \cdot 0,1$$

### 5.3.5 Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная. Для выбора наиболее подходящей организационной структуры можно использовать таблица 5.22.

Таблица 5.22 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	низкая	высокая	высокая
Технология проекта	стандартная	сложная	новая
Сложность проекта	низкая	средняя	высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	низкая	средняя	высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	низкая	средняя	высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	высокая	средняя	низкая

В результате построения таблицы 5.22, было определено, что наиболее подходящей структурой для настоящего проекта является – организационная (рисунок 5.3).

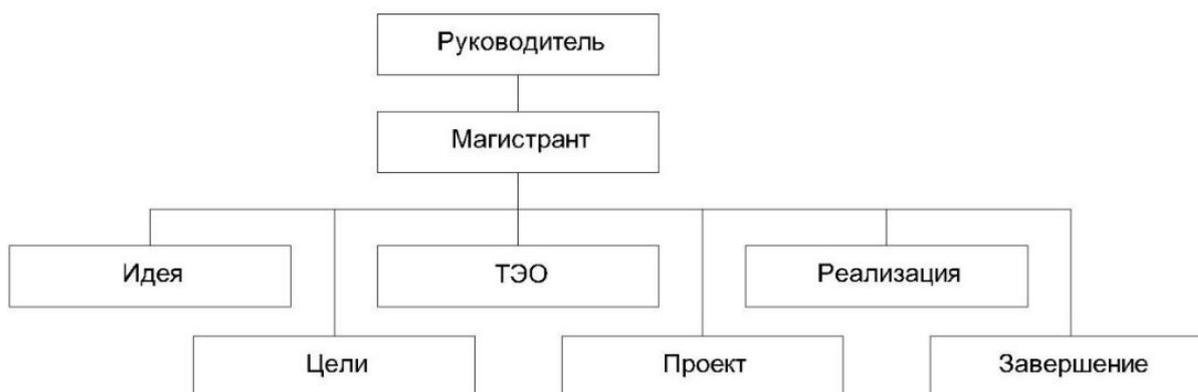


Рисунок 5.3 – Организационная структура проекта

### 5.3.6. Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта сформируем матрицу ответственности (таблица 5.23).

Таблица 5.23 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель проекта	Инженер-геолог
Получение фондовых материалов	И	
Создание базы данных геологических исследований		И
Обработка и обсуждение полученных результатов, корректировка		И
Печать отчета	С	О, У,И
<i>О – ответственный</i> <i>И – исполнитель</i> <i>У – утверждающее лицо</i> <i>С – согласующее лицо</i>		

### 5.3.7. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. Пример плана управления коммуникациями приведен в таблице 5.24.

Таблица 5.24 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая Информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Участникам проекта	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Ответственное лицо по направлению	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

### 5.3.8. 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. Информацию по рискам представим в виде таблицы 5.25.

Таблица 5.25 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Ур-нь риска	Способы смягчения	Условия наступления
«Текучка» кадров	Некачественное выполнение работ	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста.	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	3	4	средний	Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Выполнение работ без аванса с расчетом после активирования. Длительность выполнения работ
Лоббирование конкурентов	Снижение прибыли	3	4	средний	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Участие в тендерах
Изменения в нормативной документации	Временная потеря заказов	4	4	высокий	Мониторинг изменений в законодательстве	Разработка новых или внесение дополнения в действующие нормативные документы
Покупка специального программного обеспечения	Незапланированные издержки	3	4	средний	Формирование финансовых резервов. Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Повышение стоимости ПО в одностороннем порядке
Наложение одних объектов на другие при планировании работ	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	4	высокий	Система планирования работ, мониторинг контрольных точек проектов. Система стимулирования сотрудников за досрочное выполнение работ	Большой объем заказов

## 5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

### 5.4.1 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 (Net Present Value – 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). Различается окончательная эффективность проекта и затраты предприятия до даты, когда проект начнет приносить прибыль.

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опт}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (2)$$

где: ЧДП<sub>опт</sub> – 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 5.26.

При расчете, рентабельность проекта составляла 20-25%, норма амортизации – 10% составила 9729 тг.  $A_r = C_{\text{перв}}/\text{срок использования}/12$ , себ. = 5837841 тг., Выручка = себестоимость\*1,25 = 7297301.25 тг

Таблица 5.26 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, тг	0	7297301.25	7297301.25	7297301.25	7297301.25
2	Итого приток, тг	0	7297301.25	7297301.25	7297301.25	7297301.25
3	Инвестиционные издержки, тг	-5837841	0	0	0	0
4	Операционные затраты, тг. (до 35% от бюджета)	0	4166757	4166757	4166757	4166757
5	Налогооблагаемая прибыль (1-4)	0	3130544	3130544	3130544	3130544
6	Налоги 20 %, тг (5*20%)	0	626108	626108	626108	626108
8	Чистая прибыль, тг., (5-6)	0	2504436	2504436	2504436	2504436
9	Чистый денежный поток (ЧДП), тг. (чистая прибыль+амортизация)	-5837841	2514165	2514165	2514165	2514165
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), тг. (9*10)	-5837841	2094299	1744830	1453187	1211827
12	$\sum$ ЧДД, тг		6504143			
12	Итого NPV, тг		666302			

$$NPV = 6\,504\,143 - 5\,837\,841 = 666302 > 0$$

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$K_d = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (3)$$

где  $i$  – ставка дисконтирования, 20 %;

$t$  – шаг расчета (порядковый номер периода с начала реализации проекта).

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 666302 тг, 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:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{Отt}}{(1+i)^t} / I_0 > 1 \quad (4)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, тг.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, тг.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = 6504143/5837841 = 1.11$$

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 5.27 и на рисунке 5.4.

Таблица 5.27 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, тг.
1	Чистые денежные потоки, тг	-5837841	2514165	2514165	2514165	2514165	
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, тг.						
	0,1	-5837841	2285375	2076700	1888138	1717175	2129548
	0,2	-5837841	2094299	1744831	1453187	1211828	666304
	0,3	-5837841	1933393	1488386	1143945	879958	-392160
	0,4	-5837841	1795114	1282224	915156	653683	-1191664
	0,5	-5837841	1676948	1116289	741679	497805	-1805120
	0,6	-5837841	1571353	980524	1106233	384667	-1795064
	0,7	-5837841	1478329	842245	510375	281586	-2725305
	0,8	-5837841	1397876	776877	429922	238846	-2994320
	0,9	-5837841	1322451	696424	367068	193591	-3258308
	1,0	-5837841	1257083	628541	314271	155878	-3482068



Рисунок 5.4 – 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 0.28.

$IRR > i$ , проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта:  $28\% - 20\% = 8\%$

Для оценки социальной эффективности научного проекта мы оценили предположительную степень влияния реализации проекта на различные критерии социальной эффективности (таблица 5.28).

Таблица 5.28 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,20$ ), тг.	-5837841	2094299	1744830	1453187	1211827
2	То же нарастающим итогом, тг	-5837841	-3743542	-1988712	-545525	666302
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DPP = 1 + (3743542 / 1744830) = 3.1$ года				

Из проведённых расчётов можно заключить, что устойчивость проекта особых подозрений не вызывает.

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 5.29).

Таблица 5.29 – Критерии социальной эффективности

До	После
Необходимость проведения инженерно-геологических исследований для предпроектной стадии работ (бурение скважин, лабораторные исследования, обработка результатов).	Возможность предварительной оценки территории для будущего строительства зданий и сооружений по карте районирования геологической среды.
Результат исследований проводится в течении 20-30 календарных дней.	Возможность незамедлительной оценки планируемой территории застройки.

### 5.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a \quad (5)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (6)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 5.30.

Таблица 5.30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
Способствует росту производительности труда пользователя	0.1	5	3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.15	4	3
Помехоустойчивость	0.15	4	3
Энергосбережение	0.20	5	2
Надежность	0.25	4	4
Материалоемкость	0.15	4	2
Итого	1	26	17

$$I_m^p = 5 \times 0.1 + 4 \times 0.15 + 4 \times 0.15 + 5 \times 0.20 + 4 \times 0.25 + 4 \times 0.15 = 4.3$$

$$\text{Аналог} = 3 \times 0.1 + 3 \times 0.15 + 3 \times 0.15 + 2 \times 0.20 + 4 \times 0.25 + 2 \times 0.15 = 2.9$$

Таким образом, у текущего проекта интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности по сравнению с аналогами.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (7)$$

где  $I_{\Phi}^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения.

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{\text{фирн}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\Phi}^p}, \quad I_{\text{фирн}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\Phi}^a} \quad (8)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволяет определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{фирн}}^p}{I_{\text{фирн}}^a} \quad (9)$$

где  $I_{\text{фирн}}^p$  – интегральный показатель эффективности разработки и

$I_{\text{фирн}}^a$  – аналога., а  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта.

Стоимость вариантов исполнения представим в виде таблицы 5.31.

Таблица 5.31 – Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект	Аналог (раздельное выполнение)	Максимальная стоимость исполнения
5837841	17080000	17080000

Результаты расчетов сведем в таблицу 5.32.

Таблица 5.32 – Сравнительная эффективность разработки

Показатель	Текущий проект	Аналог (мониторинг)
Интегральный финансовый показатель разработки $I_{\phi}^p$	0.34	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки $I_m$	4.3	2.9
Интегральный показатель эффективности $I_{финр}^p$	12.6	2.9
Сравнительная эффективность вариантов исполнения $\mathcal{E}_{cp}$	4.34	1.48

Сравнение значений интегральных показателей позволяет сделать выбор в пользу текущего проекта. Интегральный финансовый показатель свидетельствует об удешевлении стоимости текущего проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с аналогами. Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 4.34 раза предпочтительнее аналога.

В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт, обладает преимуществом по сравнению с конкурентами. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта. Был составлен «портрет» потребителя НТИ, выполнено сегментирование рынка, SWOT-анализ. При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта. При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 4.34 раза предпочтительнее аналога [57].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема устойчивости территорий (геологической среды) к воздействию природных и техногенных факторов относится к разряду поисковых. Наиболее слабо разработаны ее методологические аспекты, в том числе концептуальные вопросы оценки устойчивости, принципы, признаки и критерии выделения территорий с разной степенью устойчивости к негативным факторам, как отдельным, так и совокупным. Очевидно, несовершенство понятийной базы проблемы, которое приводит к неоднозначности трактования и реализации на практике основных понятий, терминов и задач исследований. Отсутствует на сегодняшний день единая общепринятая классификация природных и техногенных факторов, система их типизации и ранжирования по степени опасности для разных типов геологической среды.

Исследование и анализ территории позволили составить типизацию источников техногенных воздействий на геосреду города Караганды. Для составления схематичной карты устойчивости геологической среды были выбраны 4 источника воздействия. Предложенная типизация показывает, что наибольшего внимания для оценки состояния геологической среды при строительном освоении заслуживают: расчетное сопротивление грунтов, их набухающие свойства, расположения уровня грунтовых вод, наличие шахт и карьеров на территории города.

На исследуемой территории выделено три типа геосреды по степени устойчивости к техногенным воздействиям. Неопределенность понятий «предел допустимых изменений геосреды», «допустимая техногенная нагрузка», наличия и размеров ущерба, адреса ущерба не позволяет установить предел устойчивости территории. Поэтому считаем, что при оценке степени устойчивости невозможно использовать категории «устойчивая», «неустойчивая» и предлагаем на этапе региональных

среднемасштабных инженерно-геологических исследований использовать категории «высокая», «средняя», «низкая».

По результатам оценки современного состояния геосреды на территории города Караганды установлены и ранжированы критерии, по которым проводилась общая оценка устойчивости геологической среды к строительному освоению.

Наличие карты устойчивости геологической среды территории города Караганды позволит проводить предварительную оценку территории для строительства зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан: статистика строительства. URL: <https://stat.gov.kz/>
- 2 Оценка набухающих свойств глин на территории г. караганда с применением методов машинного обучения / Д. Вдовкина, А. Кошляков, М. Пономарева, Е. Пономарева // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т.333, №2. – С.204-210.
- 3 В.И. Вернадский. Биосфера и ноосфера. – М: Наука, 1989. – 261 с.
- 4 В.В. Руковицын. Определение устойчивости геологической среды с применением методов машинного обучения (на примере г.Москвы): дисс. ...канд. геол.-минер. наук: 25.00.08 / Руковицын Владимир Вячеславович. – Москва, 2018. –187 с.
- 5 Н.С. Грохольский. Научно-методические основы оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов: дисс...канд. геол.-минер. наук: 25.00.08 / Грохольский Никита Сергеевич. – Москва, 2015. – 135 с.
- 6 Е.М. Сергеев. Инженерная геология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 248 с.
- 7 Ф.П. Саваревский. Инженерная геология. – Л.: ГОНТИ, 1939. – 488 с.
- 8 М.А. Харышна Эколого-геодинамические исследования при крупномасштабном картировании / Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Вып. № 3, ГЕОС, 2001. С. 426 -429
- 9 А.И. Шеко. Закономерности формирования и прогноз селей. – М.: Недра, 1980. – 296 с.
- 10 В.Д. Ломтадзе. Инженерная геология. Инженерная петрология. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра. – 1984. – 511 с.

11 Л.А. Рождественская. Инженерно-геологические условия территории г. Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением / Л.А. Рождественская, Н.В. Крепша, Д.С. Покровский. – Томск, 1981. – 286 с.

12 Рождественская Л.А. Инженерно-геологическая классификация верхне- и среднечетвертичных пород г.Томска // Известия Томского ордена трудового красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова. 1964. Т. 127, № 2. С. 124–134

13 Кузеванов, К.И. Исследование техн. огненных изменений гидрогеологических условий г. Томска: дис. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.06 / Кузеванов Константин Иванович. – Томск, 1988. – 221 с.

14 Сулакшина Г. А. Инженерно-геологическая типизация местности как основа регионального прогноза изменения геологической среды в связи с инженерной деятельностью человека. Инженерная геология, №3. - М.: 1971. – С. 49-54.

15 Шуляков, Д.Ю. Физико-географическое районирование оползневых процессов в среднем течении реки Кубань. / Д.Ю. Шуляков, Е.Н. Неаполитанская // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – №2 (53). – с. 130-138.

16 В.И. Осипов, В.Н. Бурова, В.Г. Заиканов, И.И. Молодых, В.А. Пырченко, И.С. Сависько. Карта крупномасштабного (детального) инженерно-геологического районирования территории г. Москвы // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2011. – Т. 4. – С. 306 –318.

17 Штырова, В.К. Изучение природных и техногенных геоэкологических рисков. / В.К. Штырова, О.Е. Нестерова // Известия Саратовского университета. – 2007. – Т. 7. Сер. Науки о Земле, вып. 2. – С.25-28.

18 А.С. Петренко. Анализ и оценка риска ущерба от последствий опасных геологических процессов на территории крупного города (на примере г.Москвы): дисс...канд. геол.-минер. наук: 25.00.01. / Петренко

Алексей Сергеевич. – Москва, 2001. – 171 с.

19 Болдын Бат. Оценка и прогнозирование устойчивости геологической среды к природным и техногенным воздействиям территории города Улан-Батор: дисс...канд. геол.-минер. наук: 25.00.08 / Болдын Бат. – Иркутск, 2004. – 146 с.

20 М.С Патракова. Оценка устойчивости массива пород и прогноз развития инженерно-геологических процессов на верхне-алиинском месторождении // News of the Ural State Mining University 2. – Т.2. Сер. Науки о Земле, вып. 46. – С.47-52.

21 В.А. Пеллинен. Оценка устойчивости геологической среды острова Ольхон: дисс...канд. геол.-минер. наук: 25.00.08 / Пеллинен Вадим Александрович. – Иркутск, 2018. – 136 с.

22 И.С. Копылов., Л.И. Копылова. Геоэкологическая оценка и устойчивость природной среды Юрлинского муниципального округа // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Пермь, 2019. С. 102-113

23 Site Investigation Using Engineering Geology Mapping and Geological Hazard Evaluation : Case Study of the New Hail Economic City, Hail Region, KSA / Turki E. Al-Sehly, Ahmed M. Youssef, Abdulla A. Al-Otaibi, Hassan M. Al-Harbi // Springer International Publishing. – 2018. – Vol. 2, № 7. – P.1-19.

24 T. Zhang, C. Wang. Study of Geological Disaster Risk Assessment // Second International Conference on Computer Engineering and Applications. – 2010. – P. 650-653.

25 В. Мантатов, Л. Мантатова. Философия устойчивого развития: диалектика и реализм // Вестник бурятского государственного университета. – 2017. – Т. 5. – С. 3-13.

26 Р. Шакирзянов. Краткий курс лекций по строительной механике. – Казань: КГАСУ. – 2010. – С.115.

27 Rodriguez J. L.K. and C.A. Rotation Forest: A New Classifier Ensemble Method // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. – 2009. – Vol. 28, № 10. –

P.1619-1630.

28 Бондарик Г. К. Теория геологического поля. – М.: РИЦ ВИМС. – 2002.

29 Герасимова А.С., Королев В.А. Проблемы устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям. М., АО «Геоинформмарк». 1994. – 47 с.

30 Чульский Л.А. Устойчивость в природе. Москва. Знание, 1965. – 94 с.

31 В.И. Вернадский. Биосфера и ноосфера. – М.: Наука. – 1989. – 261 с.

32 В. И. Фролова под ред. Методы обоснования программ устойчивого развития сельских территорий: моногр. /; СПб. гос. архит.-строит. ун-т. СПб. 2011. 464 с

33 В.А. Королев Мониторинг геологической среды. – М.: Изд-во МГУ, под редакцией В.Т. Трофимова. – 1995. – 272 с.

34 А.Д. Арманд. Эксперимент «Гея». Проблема живой Земли. – Сиринь садхана. – 2001. – 192 с.

35 М. Д. Гродзинский. Устойчивость геосистем: Теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 6. – 1987.– С. 5-15.

36 Г.А. Голодковская, Ю.Б. Елисеев. Инженерная экология и эколого-геологическое картирование // Проблемы инженерной геологии. – М.: Наука, 1991.

37 Г.К. Бондарик. Методика инженерно-геологических исследований. – М.: Недра. – 1986. – 333 с.

38 Инженерная геология СССР, т.6. Казахстан. Под ред. В.И. Дмитровского. – М.: Изд-то Моск. ун-та. – 1977. – 296 с.

39 РГП «КАЗГИДРОМЕТ». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/about/o-nacionalnoy-gidrometeorologicheskoy-sluzhbe-kazahstana>.

40 Топографическая карта. Карагандинская область, высота, рельеф. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru-ru.topographic-map.com/maps/a3ut/Карагандинская-область/>

41 Гидрогеология СССР, т. XXXIV, Карагандинская область. – М.: Недра. – 1970. – 564 с.

42 Геология СССР. Том XX. Центральный Казахстан. Геологическое описание. Книга 2. – М.: Недра. – 1972. – 380 с.

43 Геология СССР. Том XX. Центральный Казахстан. Геологическое описание. Книга 1. – М.: Недра. – 1972. – 532 с.

44 T. Zhang, S. Wang. Explanation of the Influence of Sodium Chloride Solution on Volume Deformation and Permeability of Normally Consolidated Clays // Materials (Basel). 2019. Vol. 12, № 10. P. 1-13.

45 СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. – М.: Стандартинформ. – 2017.

46 Swelling potential of clay-sulfate rocks in tunneling in complex geological settings and impact of hydraulic measures assessed by 3D groundwater modeling / C. Butscher, S. Scheidler, H. Farhadian, H. Dresmann, P. Huggenberger // Engineering Geology. – 2017. – V. 221. – P. 143-153.

47 СП 104.13330.2016. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. – М.: Стандартинформ. – 2017.

48 В.Ф. Котлов, Г.Л. Кофф. Методические аспекты оценки состояния геологической среды // Инженерная геология №1. – 1987. – С.60-68.

49 Л.А. Строкова. Инженерно-геологическое районирование территории Томского Приобья по степени устойчивости геологической среды к техногенной нагрузке: автореферат дисс. ...канд. геол.-минер. наук: 04.00.07 / Строкова Людмила Александровна. – Томск, 1997. – 21 с.

50 СН РК 1.02-18-2007 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Требования к производству работ.

51 ГОСТ 12.2.003 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

52 ГОСТ 12.2.108-85 Установки для бурения геологоразведочных и гидрогеологических скважин. Требования безопасности.

53 ГОСТ 12.2.061-81 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

54 Закон Республики Казахстан «Трудовой кодекс РК»

55 ГОСТ 12.0.003–2015 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»

56 ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

57 Рыжакина, Татьяна Гавриловна. Планирование на предприятии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Т. Г. Рыжакина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2016.

## Приложение А

### CURRENT STATUS OF THE DETERMINING STABILITY PROBLEM OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

Student

Должность	ФИО	Подпись	Дата
2BM01	Karina E. Borisova		

Консультант школы отделения (НОЦ) ИШПР \_\_\_\_\_ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Бракоренко Н.Н.	К.Г.-М.Н		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы ШБИП \_\_\_\_\_

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л.М	канд. филолог. наук		

# **1 CURRENT STATUS OF THE DETERMINING STABILITY PROBLEM OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT**

## **1.1 World experience in assessing the stability of the geological environment**

The construction industry is by far the biggest contributor to the environment. The environment is commonly understood as a system of interrelated natural and anthropogenic objects in which human activities take place. Construction has been and is one of the largest sectors in the global economy. The share of the construction sector in world GDP is 14% [1].

In recent years, there has been an active economic growth in the construction industry in the Republic of Kazakhstan. The volume of construction work performed throughout Kazakhstan from 2016 to 2020 increased from 3.3 to 4.9 trillion tenge. The volume of construction work in the Karaganda region increased from 1.5 to 4.7 trillion tenge over the period from 2016 to 2020. Every year the structures of buildings and structures for civil and industrial purposes become more complicated. The development and use of new technologies and engineering structures is a certain violation of the natural course of things. Complex relationships between technical objects and natural conditions are manifested in the form of fundamental changes in the geological environment and the nature of the development of exogenous geological processes. According to V.I. Vernadsky: "Humanity, taken as a whole, becomes a powerful geological force. And in front of him, in front of his thought and work, there is the question of restructuring the biosphere in the interests of free-thinking humanity as a whole" [2].

Due to the fact that the population of the planet is constantly growing, the use of the territorial, resource, agricultural component should become more rational. The geological conditions of the territory must be taken into account not only in the development of mineral deposits, but also in the development of new areas for the construction of buildings and structures in areas developed or disturbed by technogenic processes. To assess the future construction area, it is necessary to conduct engineering and geological studies. The purpose of engineering-geological

studies is a comprehensive survey of the future construction site, namely the determination of the geological structure of the territory, monitoring of groundwater, determination of the physical and physico-mechanical characteristics of soils. Particular attention should be paid to forecasting hazardous natural and man-made processes. The development of these processes can be caused not only by a change in tectonic, hydrogeological processes, but also by the influence of construction on the soil strata. The response of the natural environment to technogenic impacts depends both on the type and degree of such impact, and on the properties of the environment itself. The negative results of technogenic impacts are not an inevitable consequence of human development. This is the result of an insufficient level of technical development, poor knowledge of the consequences of anthropogenic impact, and underestimation of the characteristics of the environment. The development of such processes can cause invaluable damage to the state of engineering structures, the environment and humans. In this regard, such an integral assessment of the environment as the stability of the geological environment becomes relevant [3].

The geological environment is the upper part of the lithosphere, which is considered as a multicomponent dynamic system that is under the influence of human engineering and economic activities and, in turn, determines this activity to a certain extent [6].

Before considering the world experience in assessing the stability of the geological environment, let's consider the classification of processes and phenomena that affect it. The issues of classification were dealt with by Savarinsky P.F., Panyukov P.N. 9 Popov I.V., Lomtadze V.F., Zolotarev G.S., Sheko A.I.

A classification of V.D. Lomtadze's processes was also proposed, which seems to the author to be the most complete. It was based on the separation of the concepts of process and phenomenon, presented in Table 1.1.

Researchers around the world are conducting research to solve the problem of assessing the stability of the geological environment.

Table 1.1.– Classification of processes according to Lomtadze V.D.

<b>Process</b>	<b>Phenomenon</b>
Activities of surface waters (seas, lakes, reservoirs, rivers and temporary streams)	Washing away and destruction of the shores of the seas, lakes and reservoirs. Washing away and destruction of river banks. Slope erosion - ravine-beam phenomena
Floods on mountain rivers	Mudflows
Activities of surface and ground waters	Bogging of territories, subsidence phenomena, karst
The action of ground waters	Quicksand, suffusion
The action of gravitational forces	Landslides, avalanches
Wind activity	Winnowing and winding
Freezing and thawing of rocks	Thermokarst, frost heaving, ice hillocks
The action of internal forces in rocks	Swelling, shrinkage, loosening
The action of the internal forces of the Earth	seismic phenomena
Human engineering activity	Wracking and abatement of useful areas in the development of deposits of solid minerals. Subsidence of the earth's surface during significant pumping of groundwater, oil and gas. Oversubmergence and underflooding of territories. Secondary salinization of rocks during irrigation of territories.

Russian scientists considered the issues of engineering-geological zoning. In 1966 Rozhdestvenskaya L.A. defended her Ph.D. thesis, in which for the first time the engineering-geological conditions of the city of Tomsk were characterized in detail, the typification of the geological environment was carried out in order to select the types of foundations for structures, the engineering-geological and geomorphological maps of the city were compiled at a scale of 1:10,000, and methodological recommendations were formulated for engineering-geological research of urban areas for land development.

After the introduction of pile foundations and mass construction of nine-story buildings in the city of Tomsk, a significant increase in the level of groundwater and other undesirable phenomena associated with economic activity

were noticed. To establish the causes of changes in engineering-geological conditions, G.A. Sulakshina, associate professors L.A. Rozhdestvenskaya, D.S. Pokrovsky, N.S. Rogova, assistants N.V. Krepsh and K.I. Kuzevanov conducted research on the study of engineering and geological conditions of the territory of the city of Tomsk and assessed their changes in connection with economic development. The engineering-geological and hydrogeological maps reflected the dynamics of groundwater, as well as other processes due to the peculiarities of economic activity, the zones of underflooding and changes in soil properties were outlined, and a reasonable forecast was given for the further development of underflooding processes [4].

K.I. Kuzevanov established the features and revealed the reasons for the development of the processes of technogenic underflooding of the urban area. The city of Tomsk was zoned according to the degree of potential underflooding, and the centers of the most active development of underflooding processes were identified. G.A. Sulakshina conducted an engineering-geological typification of the area as the basis for a regional forecast of changes in the geological environment in connection with human engineering activities.

Works on engineering-geological zoning covered other regions of Russia. D.Yu. Shulyakov and E.N. Neapolitan carried out zoning of the territory of the middle course of the Kuban River, which is based on the classical schemes of geographical zoning by D.L. Armand and A.G. Isachenko: province - region - sub-region - district - sub-district - tract - site; and schemes of geomorphological zoning of the western part of the Greater Caucasus and Ciscaucasia. The authors identified 8 regions according to geomorphological features.

When zoning the territory of Moscow, V.I. Osipov, V.N. Burovoy, V.G. Zaikanov, I.I. Molodykh, V.A. Pyrchenko, and I.S. Savisko used an evaluation system. The territory of the city is subdivided into geological bodies, similar in their geological history, structure and composition. The map reflects the assessment of the identified taxonomic units according to the degree of complexity of their natural conditions [5].

On the territory of Saratov V.K. Shtyrova and O.E. Nesterova assessed the geological and geomorphological conditions, flooding of the territory, landslide processes, environmental pollution by industrial and domestic waste, the formation of man-made geophysical fields, the negative impact of transport, the presence of spent quarries and contaminated areas of oil fields, large industrial zones.

As a result, two types of urban territory were identified: favorable and unfavorable (limitedly favorable).

Petrenko A.S. compiled maps of the geological risk of Moscow and the danger of the impact of geological processes on construction projects. When assessing the risk and danger of impact, not only the geological stability of the territory was assessed, but also the types of buildings, their foundations, and other design features of the objects [6].

Currently, this problem is very relevant and a number of PhD theses are devoted to it:

Emelyanova, T.Ya. Typification of the engineering-geological conditions of the Kolpashevo Ob region in connection with the development of schemes for land reclamation measures (Tomsk, 1983);

Krepsha, N.V. Typification of engineering-geological conditions of the territory of the city of Tomsk as the basis for predicting their changes during development (Tomsk, 1990);

Tsotsur E.S. Patterns of spatial variability of engineering-geological conditions of the Alexandrovsky Ob region (Tomsk, 1994);

Strokova, L.A. Engineering-geological zoning of the territory of the Tomsk Ob region according to the degree of stability of the geological environment to technogenic load (Tomsk, 1997);

Petrenko A.S. Analysis and assessment of the risk of damage from the consequences of dangerous geological processes in the territory of a large city on the example of Moscow (Moscow 2001).

Kuznetsov R.S. Engineering-geological substantiation of urban planning activities in the territory of Kislovodsk (Moscow, 2009);

Emelyanova I.A. Forecast of changes in the engineering and geological conditions of urban infrastructure in the cryogenic zone of Western Siberia: on the example of the city of Nadym (Yekaterinburg, 2010);

Kovyazin I.G. Information engineering-geological model of urban areas for construction development (on the example of the city of Khanty-Mansiysk) (Yekaterinburg, 2021)

Leonova A.V. Forecast of the development of engineering and geological processes in the city of Tomsk (Tomsk, 2021)

In 2004, an assessment and forecasting of the stability of the geological environment to natural and man-made impacts on the territory of the city of Ulaanbaatar was carried out. The state of the geological environment was displayed in a set of special maps showing its structure, thickness, hydrogeological conditions, geodynamic conditions and relief features. A set of such maps makes it possible to create a generalized integral model of the engineering-geological situation of the territory, to assess the conditions for the flow of engineering-geological processes, the current state of the environment and the possibility of its evolution under the influence of technogenic factors. These maps were built using the principle of typification of the geological environment [7].

In 2011, an assessment was made of the stability of the geological environment of a mining enterprise (copper pyrite deposit, South Urals) to technogenic impacts in order to determine the suitability of this area for creating a reserve that would serve as a standard for restoring and recreating disturbed steppe landscapes and preserving biodiversity. The following factors were assessed: chemical contamination of soils, water erosion, deflation, water and wind erosion, salinity, alkalinity, stoniness, waterlogging, flooding. According to the above parameters, the coefficient of landscape disturbance was calculated. The ecological and geochemical state was assessed by the following pollutants: benzopyrene, sulfur, mercury, arsenic, zinc, nickel, and lead. As a result, the indicator of geochemical pollution of the landscape was calculated. An assessment of the hydrochemical situation at water intakes was carried out and an index of water

pollution was calculated. The degree of the dynamic state of the medium was estimated.

In 2018, a comprehensive analysis and assessment of the natural and technogenic components that determine the stability of the geological environment of the territory of Olkhon Island was carried out. When detailing the accumulative and abrasion shores, the method of selecting subtypes depending on the exogeodynamic situation, proposed by V.P. Zenkovich, was used. Field studies included the collection of primary data using instrumental measurements: tacheometric and leveling surveys, echo sounding. At the clearings, the work was carried out with interval sampling. In the course of laboratory studies, there were used methods of determining the main indicators of soil properties. During the experiment, was used the technique of V.V. Akulova, which takes into account the mechanical properties of clay deposits and is based on a series of standard shear tests of duplicate samples of the natural and wet state before and after vibration exposure. Assessment of the state of the geological environment of Olkhon Island and the construction of specialized cartographic material are based on the principles developed by I.V. Popov, G.A. Golodkovskaya, A.I. Sheko, V.M. Litvin, I.P. Ivanov and Yu.B. Trzhtsinsky, V.K. Laperdin, K.G. Levy and E.A. Kozyreva. To assess the stability of the geological environment of the island, the principle of a comprehensive analysis of its geological and geomorphological components was used: the distribution of thickness and the nature of the occurrence of soils with different physical, chemical and deformation properties; features of the geomorphological structure of the territory of the island (steepness of slopes, type of relief); the impact of the territory by exogenous geological processes (density of distribution of processes) [8].

Researchers from the Perm State National Research University assessed the stability of the geological environment of the Yurlinsky Municipal District of the Perm Territory. The geoecological analysis was carried out on the basis of materials from geoecological, landscape-geochemical mapping of the territory of the Perm Territory at a scale of 1:500,000 and regional geochemical studies. Information from

the reports on the state and environmental protection of the Komi-Perm Autonomous Okrug for 2000-2014 and the Perm Territory was also used. A comprehensive geo-ecological assessment of the state of the natural environment was carried out according to the methods of All-Union Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, taking into account recommendations on assessment criteria. Based on the analysis of landscape-geological systems, a map of the geo-ecological potential and stability of the natural complexes of the region was compiled with a ranking according to 4 levels of geo-ecological stability - from very low to high.

Researchers from Saudi Arabia have assessed the stability of the geological environment. The basis for creating a map for engineering-geological zoning was a geological map, at a scale of 1:100,000. Field and laboratory studies were also carried out to assess the physical and engineering properties of soils and rocks, describe geological and geomorphological features, determine the hydrogeological conditions that were plotted to map. As a result of the work done, using the GIS software, a map of the stability of the geological environment was built: based on the physical and mechanical properties of soils, 6 characteristic zones, 4 characteristic zones according to lithological features were identified.

Authors from Beijing (China) have developed a methodology for creating a synthesized threat map. The methodology includes several stages: identification of various components of geological hazard; determination of the threat matrix of each phenomenon by crossing the indices of intensity and frequency; hazard mapping; listing and mapping unprotected elements; analysis of their respective meanings from economic, functional and strategic points of view; establishing typologies for various groups of risk elements and assessing their vulnerability to various physical impacts created by hazardous phenomena, and compiling risk maps for each of the main groups of risk elements (population, infrastructure, vegetation, atmosphere) [9].

Based on these works, the following conclusions can be drawn:

1 The problem of assessing the stability of the geological environment is of global relevance and attracts close attention of scientists around the world.

2. Researchers use various factors that affect the stability of the geological environment. The choice of classifiers takes place depending on the geomorphology, tectonics, geological and hydrogeological conditions of the study area.

## **1.2 The concept of stability of the geological environment**

The concept of "stability" is widely used in such sciences as mathematics, mechanics, cybernetics, biology, thermodynamics. The dialectic of sustainable development is reflected in synergetics, chaos theory, fractal theory, complexity science, catastrophe theory and other modern scientific concepts of the world. For example, according to synergetics, the source of the formation of stable systems is precisely the instability of structures and the uncertainty of processes. In structural mechanics, stability is understood as the ability of a structure to maintain its original position or shape.

Over time, such a term as stability began to be used in biology and thermodynamics, and in the late 60s of the XX century - in geographical and geological sciences.

The first definition of the term "stability" was given by the Russian mathematician and mechanic A.M. Lyapunov, back in the 20th century: "the ability of a phenomenon (state) or process to change little (or not change at all) under the influence of reasons seeking to change it". The disadvantage of this definition is that it considers the phenomenon as simple and indivisible, while natural phenomena are characterized by multicomponent and complexity of functioning [10].

Chulsky L.A. defines stability in nature as an important property of all forms of matter movement from the simplest mechanical movement - the movement of

bodies in space - to such complex forms as thinking and social life of an individual and a team.

In this study, the concept of stability will be considered from a geological point of view. But before moving on to geological sustainability, it is necessary to consider the concept of “Global sustainability”.

Global sustainability is based on the concept of the noosphere and sustainable development. The concept of the noosphere was formulated by Vernadsky and is as follows: “Just as living matter and inert matter, united by a chain of direct and feedback links, form a single system - the biosphere, so humanity and the natural environment form a single system - the noosphere. Vernadsky V.I. emphasized that the emergence of the noosphere as part of the biosphere is a natural phenomenon, much deeper and more powerful in its basis than human history. «...All of humanity, taken together, represents an insignificant mass of the planet's matter. Its power is connected not with its matter, but with its brain, mind and its work directed by this mind. The noosphere is a new phenomenon on our planet. In it, for the first time, man becomes the largest geological force. He can and must rebuild the area of his life with his labor and thought, rebuild it radically».

Sustainable development is a process of economic and social change in which the exploitation of natural resources, the direction of investment, the orientation of scientific and technological development, the development of the individual and institutional changes are aligned with each other and strengthen the current and future capacity to meet human needs and aspirations. In many respects, we are talking about ensuring the quality of life of people.

To ensure such global sustainable development, in addition to rational economic and social transformations, it is necessary to maintain the stability of natural environments, including the stability of the geological environment.

The geological environment in engineering geology is considered as a part of the lithosphere interacting with various engineering and economic objects or engineering structures created by man. Engineering structures are understood as any man-made objects of the technosphere created by man in the process of engineering

and economic activities within the geological environment or on its surface, including open or underground excavations. The term "economic activity" refers to all kinds of impacts occurring in the technosphere. The engineering structures themselves are considered as sources of technogenic impacts of one nature or another on the geological environment as a whole or on its individual elements (rocks, relief, groundwater). Technogenic impacts are called different in nature, mechanism, duration and intensity of influence exerted by a person on objects of the geological environment in the course of his life and economic production. The interaction of an engineering structure with the geological environment is determined by a combination of the type of structure with the type of environment as fundamentally different in material: the "material" of the geological environment "lives" according to natural laws, and the "material" of an engineering structure - according to technical ones. At the same time, the task of the designer is to create a unified natural-technical system (NTS) from this diverse material [11].

Soviet and Russian geographer A.D. Armand distinguished two types of stability. The first is immutability in time or space, regardless of the reason (external or internal), inertia, stability. This type does not imply an active reaction of the system to the impact, which corresponds to its stability. The second is the ability of systems to withstand external and internal perturbations, maintaining an equilibrium or homeostatic state, as well as the structure, nature of functioning and the trajectory of movement for a relatively long time, comparable to the characteristic time of processes changing the system. The stability of this type in most cases arises as a result of its ability to self-regulate under the influence of feedback.

Ukrainian landscape expert Grodzinsky M.D. defines the stability of a geosystem as the ability, under the influence of an external factor, to stay in one of its states and return to it due to inertia and recoverability, as well as to move from one state to another due to plasticity, without going beyond the invariant within a given time interval.

Soviet and Russian engineer-geologists Golodkovskaya G.A. and Eliseev Yu.B. regarding the application of the concept of "stability", highlight three possible

cases differing in the principle of concretization of the object. In the first case, the stability of the system is interpreted only with respect to a certain type of impact on this system: for example, the mechanical stability of an array with respect to mechanical impact. In the second case, it is assumed that the stability property of the geological environment is primordial and does not depend on external influences. For example, the type of geological structure of the territory, the features of the relationship of aquifers, the presence of buffer zones and thermodynamic geochemical barriers determine the resistance of this type of territory to its chemical pollution. In the third, the stability of the geological environment is determined on a component basis, i.e. the susceptibility of individual components of the geological environment to technogenic changes is clarified.

Bondarik G.K. uses the term "stability" in the context of the system's ability to suppress external impulses and maintain its functions for a long time. The methodology for assessing sustainability resources was based on determining the maximum allowable values of impact impulses. However, it was first necessary to determine the boundaries of permissible changes in the geological environment. At the same time, the determination of the stability of the geological environment is complicated by the fact that it is necessary to determine not only the list of components of engineering-geological conditions, but also to express their changes quantitatively [12].

As the term "stability of the geological environment", we adopted the term of Bondarik G.K.

## REFERENCES

- 1 Agency for Strategic planning and reforms of the Republic of Kazakhstan Bureau of National statistics Available at: <https://stat.gov.kz/> (accessed 17 November 2020).
- 2 Zhang T.W, Wang S.J. Explanation of the Influence of Sodium Chloride Solution on Volume Deformation and Permeability of Normally Consolidated Clays. *Materials*, 2019, vol. 12, pp. 1–13.
- 3 Region H. Site Investigation Using Engineering Geology Mapping and Geological Hazard Evaluation // Case Study of the New Hail Economic City , 2018, vol. 2, pp.1–19.
- 4 Wang C. Study of Geological Disaster Risk Assessment // Second International Conference on Computer Engineering and Applications, 2010, pp. 650-653.
- 5 Rodriguez J. L.K. and C.A. Rotation Forest: A New Classifier Ensemble Method // *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 2009, vol. 28, pp. 1619–1630.
- 6 Selvakumar S., Soundara B. Swelling behaviour of expansive soils with recycled geofoam granules column inclusion. *Geotextiles and Geomembranes*, 2019, vol. 47, pp. 1–11.
- 7 Julina M., Thyagaraj T. Combined effects of wet-dry cycles and interacting fluid on desiccation cracks and hydraulic conductivity of compacted clay. *Engineering Geology*, 2020, vol. 267, pp. 1–15.
- 8 Khan M. A., Wang J. X., Patterson W. B. A study of the swell-shrink behavior of expansive Moreland clay. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 2019, vol. 13, pp. 205–217.
- 9 Sabtan A. A. Geotechnical properties of expansive clay shale in Tabuk, Saudi Arabia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2005, vol. 25, pp. 747–757.
- 10 Giles D.P, J.S. Griffiths. *Geological Hazards in the UK: Their Occurrence, Monitoring and Mitigation: Engineering Group Working Party Report*. England, Geological Soc Publishing House, 2020. 490 p.
- 11 Butscher C., Scheidler S., Farhadian H., Dresmann H., Huggenberger P. Swelling potential of clay-sulfate rocks in tunneling in complex geological settings and impact of hydraulic measures assessed by 3D groundwater modeling. *Engineering Geology*, 2017, vol. 221, pp. 143-153.
- 12 Yilmaz I., Yuksek G. Prediction of the strength and elasticity modulus of gypsum using multiple regression, ANN, and ANFIS models. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2009, vol. 46, pp. 803–810.