



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

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (ООП/ОПОП) 05.04.06 Экология и природопользование  
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

Тема работы
Анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье (Республика Кыргызстан)

УДК 550.3-026.87:551.435.112(575.2)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соболева Надежда Петровна	к.г.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Людмила Михайловна	к.ф.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н. профессор		



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

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (ООП/ОПОП) 05.04.06 Экология и природопользование  
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП/ОПОП  
\_\_\_\_\_ Барановская Н.В.  
(Подпись) (Дата) (ФИО)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна

Тема работы:

Анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье (Республика Кыргызстан)	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	№30-91/с от 30.01.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	25.05.2023 г.
--	---------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Научная и фондовая литература по объекту исследования – Боомскому ущелью, собранная во время прохождения производственной практики. Картографические материалы на район исследования, в том числе космические снимки и SRTM-модель.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> <i>(аналитический обзор литературных источников 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>Физико-географическая характеристика Боомского ущелья. Опасные экзогенные геологические процессы. Оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Серия карт ключевых показателей рельефа (гипсометрическая карта, карта крутизны склонов, карта экспозиции склонов). Карта устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам в Боомском ущелье.</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.э.н., Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н., Сечин Андрей Александрович
Раздел на иностранном языке	Доцент, к.ф.н., Болсуновская Людмила Михайловна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Dangerous exogenous geological processes and their consequences	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	27.01.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Соболева Надежда Петровна	к.г.н.		27.01.2023

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна		27.01.2023

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»

Уровень образования Магистратура

Отделение геологии

Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна

Тема работы:

<b>Анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье (Республика Кыргызстан)</b>
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	25.05.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.01.23	<i>Литературный обзор по теме исследования</i>	10
13.02.23	<i>Обработка полученных данных</i>	10
27.02.23	<i>Построение серии карт ключевых показателей рельефа (гипсометрическая карта, карта крутизны склонов, карта экспозиции склонов)</i>	15
06.03.23	<i>Построение карты устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам в Боомском ущелье</i>	15
15.03.23	<i>Анализ построенных карт</i>	10
03.04.23	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	10
23.04.23	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	10
28.04.23	<i>Раздел на английском языке</i>	10
18.05.23	<i>Заключение</i>	5
25.05.23	<i>Подготовка презентации доклада</i>	5

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соболева Надежда Петровна	к.г.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н. профессор		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
<b>УК(У)-2</b>	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
<b>УК(У)-3</b>	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
<b>УК(У)-4</b>	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языках (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
<b>УК(У)-5</b>	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
<b>УК(У)-6</b>	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен использовать философские концепции и методологию научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен использовать специальные и новые разделы экологии, геоэкологии и природопользования при решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен применять нормативные правовые акты в сфере экологии и природопользования, нормы профессиональной этики
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий
<b>ОПК(У)-6</b>	Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной деятельности, в том числе научно-исследовательской
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способность анализировать работу природоохранных объектов, очистных и защитных сооружений организации с точки зрения соответствия требованиям нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды
<b>ПК(У)-2</b>	Способность контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды
<b>ПК(У)-3</b>	Владеть основами проектирования, экспертно – аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов

<b>ПК(У)-4</b>	Способность использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований
<b>ПК(У)-5</b>	Способность разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду
<b>ПК(У)-6</b>	Способность диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по ее охране и обеспечению устойчивого
<b>ПК(У)-7</b>	Способность использовать в своей деятельности элементы системы экологического менеджмента
<b>ПК(У)-8</b>	Владеть теоретическими знаниями и практическими навыками для педагогической работы в образовательных организациях, уметь грамотно осуществлять учебно – методическую деятельность по планированию экологического образования и образования для устойчивого развития

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.06. Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материальные затраты 4203,15 руб.                  Затраты на спецоборудование 75000,0 руб.                  Основная заработная плата исполнителей НИ 148391 руб.                  Дополнительная заработная плата исполнителей темы 22258,7 руб.                  Отчисления во внебюджетные фонды 51194,9 руб.                  Накладные расходы 133041,12 руб.</i>

<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Оценочная карта конкурентных технических решений. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета разработки</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета научного исследования</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения</i>

<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>График проведения и бюджет проекта</i> 4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки НИИ</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	03.02.2023
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		03.02.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна		03.02.2023

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b> 2ГМ11		<b>ФИО</b> Талантбекова Айсулуу Талантбековна	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.06 Экология и природопользование

Тема ВКР:

<b>Анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье (Республика Кыргызстан)</b>	
<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:</i> Боомское ущелье  <i>Область применения:</i> экология, геология  <i>Рабочая зона:</i> офис  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер, рабочий стол, стул.  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> создание серии карт ключевых показателей рельефа с помощью программного пакета ArcGIS 10 (ESRI Inc.) и их анализ</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.          ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5.          Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора.          СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда».          СанПиН 2.1.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»          СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03"Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.          СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека.          ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – основы противопожарной защиты предприятий.          СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</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><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхности твердых или жидких объектов, о которые ударяются движущиеся части тела, работающего;</li> <li>2. Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений;</li> <li>3. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</li> <li>4. Пожароопасность;</li> <li>5. Взрывоопасность.</li> </ol>



	<p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>2. Повышенный уровень локальной вибрации;</li> <li>3. Повышенный уровень шума;</li> <li>4. Повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>5. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>6. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>7. Монотонность труда, вызывающая монотонию;</li> <li>8. Длительное сосредоточенное наблюдение.</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b>  виброизолирующие рукавицы, перчатки, виброизолирующая обувь, респираторы, беруши, наушники, защитные ограждения.</p> <p><b>Расчет:</b> расчет системы искусственного освещения</p>
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	<p><b>Воздействие на литосферу:</b> наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов) и способы их утилизации</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> сбросы сточных вод в канализационные системы, в водоемы различного назначения</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы загрязняющих веществ в атмосферу</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Природные (землетрясения, провалы территории);</li> <li>2. Техногенные (несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место; возможное проявление вандализма, диверсии и промышленного шпионажа; пожар)</li> </ol> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар</p>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
30.01.2023	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		30.01.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна		30.01.2023

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 130 страниц, 14 рисунков, 38 таблиц, 23 формулы, 66 источников литературы, 1 приложения.

Ключевые слова: Боомское ущелье, опасные экзогенные геологические процессы, селевые потоки, оползни, обвалы, осыпи, камнепады.

Объектом исследования является Боомское ущелье.

Цель выпускной квалификационной работы является анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье.

В процессе исследования проводился отбор текстового и графического материала по тематике выпускной квалификационной работы, построены серии карт ключевых показателей рельефа (гипсометрическая карта, карта крутизны склонов, карта экспозиции склонов), а также карта распределения территорий с разной степенью устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам в Боомском ущелье.

В результате исследования весь отобранный материал был переработан и подвергнут анализу, информация была представлена в текстовом, графоаналитическом и графическом исполнении.

Область применения: Боомское ущелье, расположенное в Республике Кыргызстан.

## Список сокращений

ESRI Inc. – environmental systems researching institute – научно-исследовательский институт экологических систем

SRTM – радиолокационная топографическая миссия штатла

USGS – геологическая служба США

ВКР – выпускная квалификационная работа

ГИС – географическая информационная система

ГН – гигиенические нормативы

ГОСТ – государственный стандарт

ИШПР – инженерная школа природных ресурсов

КоАП – Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях

ЛЭП – линия электропередач

МНРЭТН КР – Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ПК – персональный компьютер

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина

ПЭУ – Правила устройства электроустановок

РФ – Российская Федерация

СанПин – санитарно-эпидемиологические правила

СИЗ – средства индивидуальной защиты

СКЗ – средства коллективной защиты

СП – санитарные правила

США – Соединенные штаты Америки

ТК – трудовой кодекс

ФЗ – федеральный закон

ЧС – чрезвычайная ситуация

## Оглавление

Введение .....	14
<b>1 Физико-географическая характеристика Боомского ущелья.....</b>	<b>15</b>
1.1 Географическое положение .....	15
1.2 Геологическое и тектоническое строение .....	16
1.3 Рельеф .....	19
1.4 Климат .....	20
1.5 Поверхностные воды .....	21
1.6 Почвенно-растительный покров.....	24
1.7 Животный мир.....	26
<b>2 Опасные экзогенные геологические процессы .....</b>	<b>29</b>
2.1 Условия образования и критерии выделения опасных экзогенных геологических процессов .....	30
2.2 Анализ опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье .....	39
<b>3 Оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье .....</b>	<b>53</b>
3.1 Исходные данные и методика оценки .....	53
3.2 Морфометрический анализ рельефа .....	55
3.3 Оценка устойчивости территории к возникновению опасных экзогенных геологических процессов .....	62
3.4 Мероприятия по предотвращению опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье .....	67
<b>4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....</b>	<b>69</b>
Введение .....	69
4.1 Предпроектный анализ .....	70
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	70
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	71
4.1.3 SWOT-анализ .....	72
4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	76
4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования .....	78
4.2 Инициация проекта .....	78

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	80
4.3.1 Иерархическая структура работ проекта.....	80
4.3.2 План проекта.....	81
4.3.3 Бюджет научного исследования.....	84
4.3.4 Организационная структура проекта.....	89
4.3.5 План управления коммуникациями проекта.....	89
4.3.6 Реестр рисков проекта.....	89
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.....	90
5 Социальная ответственность.....	101
Введение.....	101
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	101
5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства.....	101
5.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.....	103
5.2 Производственная безопасность.....	104
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	105
5.2.2 Расчет системы искусственного освещения.....	114
5.3 Экологическая безопасность.....	116
5.3.1 Защита атмосферы.....	116
5.3.2 Защита гидросферы.....	116
5.3.3 Защита литосферы.....	117
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	118
5.4.1 Анализ возможных ЧС.....	119
5.4.2 Наиболее вероятная ЧС.....	120
Заключение.....	122
Список использованных источников.....	124
Приложение А.....	130

## **Введение**

В связи с тем, что Боомское ущелье является важным транспортным коридором Республики Кыргызстан изучение особенностей и повторяемости опасных экзогенных процессов в его пределах имеет актуальность и высокую практическую значимость.

Камнепады и обвалы скальных горных пород с бортовых склонов, а также селевые потоки с боковых долин представляют наибольшую опасность для авто и железнодорожного транспорта в Боомском ущелье среди всех экзогенных геологических процессов. Для полного понимания природы и предупреждения опасных экзогенных геологических процессов в ущелье необходимо постоянный мониторинг.

*Целью* выпускной квалификационной работы является анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье при помощи морфометрического анализа рельефа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести литературный обзор по теме исследования ВКР;
- дать физико-географическую характеристику Боомского ущелья;
- изучить опасные экзогенные геологические процессы и условия их образования, в том числе на прилегающей к Боомскому ущелью территории;
- провести оценку и анализ устойчивости исследуемой территории к возникновению опасных экзогенных геологических процессов;
- рекомендовать мероприятия по предотвращению возникновения опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье.

*Объектом* исследования является Боомское ущелье.

*Предметом* исследования выступают опасные экзогенные геологические процессы.

# **1 Физико-географическая характеристика Боомского ущелья**

## **1.1 Географическое положение**

Боомское ущелье имеет горную местность, которая привлекает туристов из-за своей красоты и уникальных природных объектов, таких как водопады, горные озера, каньоны и пещеры. Также ущелье является важным производственным и экономическим центром, где занимаются выращиванием фруктов и овощей, животноводством и рыболовством [42].

Живописное Боомское ущелье представляет собой глубокую впадину, расположенную в среднем течении реки Чу между западной оконечностью хребтов Заилийского и Кунгей Ала-Тоо и восточной частью хребта Киргизского (Александровского) Ала-Тоо. Боомское ущелье, соединяя Чуйскую долину с Иссык-Кульской котловиной, является единственным коридором между Иссык-Кульской и Чуйской областями (рисунок 1). Административной границей между ними является «Красный мост» или его еще называют «Краснооктябрьским», переброшенный через реку Чу в средней части ущелья, по которому дорога переходит на правый берег. Географические координаты Боомского ущелья –  $42^{\circ}35'00''$  с.ш. и  $75^{\circ}48'22''$  в.д. [5].

Строительство железной дороги через Боомское ущелье было обусловлено развитием экономики и культуры. Она соединяет город Бишкек и городок Балыкчи, расположенный на западном побережье озера Иссык-Куль. Протяженность железной дороги составляет 189 км. Вдоль всего ущелья железная дорога то высоко возвышается над автомобильной дорогой, то в некоторых местах проходит прямо рядом с ней [26].



Рисунок 1 – Карта-схема расположения Боомского ущелья [22]

## 1.2 Геологическое и тектоническое строение

Боомское ущелье находится на территории, где происходит столкновение евразийской и индийской плит, что приводит к активным тектоническим процессам. В результате этого формируется сложное тектоническое строение ущелья, которое включает в себя различные типы структур, такие как складки, разломы, падения и сбросы.

Главными элементами геологического строения ущелья являются Киргизский хребет, который простирается на юго-западе, и Ферганская впадина, расположенная на юге.

Киргизский хребет, который простирается на юго-западе ущелья, является частью Северного Тянь-Шаня и представляет собой сложную систему складок и разломов, образовавшуюся в результате столкновения евразийской и индийской плит. Эти процессы привели к образованию горных хребтов и глубоких долин [41].



Ферганская впадина на юге ущелья образовалась в результате субсиденции земной коры. Это привело к формированию глубокой депрессии, которая заполнилась различными отложениями.

В Киргизском хребте преобладают метаморфические породы - сланцы, гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, а также карбонатные породы - мраморы и доломиты. В Ферганской впадине преобладают отложения юрских, меловых и палеогеновых отложений - известняки, глины, песчаники, конгломераты.

Боомское ущелье расположено на Тянь-Шане в пределах высот от 1600 до 3000 метров над уровнем моря. Геологическое строение этой территории является результатом длительного процесса геологических изменений, происходивших на протяжении многих миллионов лет.

Ущелье расположено на пересечении нескольких зон тектонических разломов. В основном, горные породы на этой территории представлены метаморфическими сланцами, кварцитами, мраморами, гранитами, гнейсами и базальтами.

В отдельных участках ущелья можно встретить карбонатные породы, песчаники и аллювиальные отложения. Восточная часть Боомского ущелья имеет наиболее сложное геологическое строение, здесь высокие горы формировались благодаря тектоническим разломам и образованию высоких плит и куполов.

В Боомском ущелье можно наблюдать многочисленные каньоны, которые образовались благодаря эрозионным процессам. В некоторых местах на этой территории можно найти карстовые образования, такие как пещеры, долины и овраги, образованные действием карстовых вод.

В ущелье также встречаются вулканические породы, такие как базальты и туфы, которые образовались в результате вулканической активности, происходившей здесь в далеком прошлом. Имеются залежи полезных ископаемых, таких как золото, серебро, медь, свинец, цинк, ртуть и антимон.

Эти ресурсы были добывались ещё в древности, а в настоящее время добыча продолжается в некоторых районах ущелья.

В результате активных геологических структур и тектонических процессов в ущелье происходят сейсмические явления, такие как землетрясения и оползни, которые могут представлять опасность для населения и туристов. Однако, благодаря тектоническому строению, ущелье обладает уникальными геологическими формациями и природными достопримечательностями, которые привлекают множество туристов.

Характерной отличительной частью морфологии Боомского ущелья является:

- сильная раздробленность структуры, тектоническими разломами, по которым расположены межгорные впадины, типа Сулутерек, Кекджарсуйской и других депрессий, выполненные красноцветными отложениями киргизской свиты палеоген-неогена и некоторые крупные речные ущелья, типа Коморчек, Кургактерек, Сулутерек;
- доминирующее значение гравитационно-склоновых процессов в современном.

Киргизская свита палеоген-неогена, выполненная красноцветными отложениями, простирается в Сулутерек-Кокджарской впадине, которая протянулась от северо-востока на юго-запад между хребтами Кунгей и Терек-Джоку (Таса-Кеминского хребта).

По сторонам Боомского ущелья расположены скалистые горы, сложенные извержёнными породами — гранитом, порфиром и диоритом, и также из конгломератов, кое-где нависающих над рекой.

Боомское ущелье с геоморфологических позиций является средне приподнятым неотектоникой горно-ущелистым районом с господством водно-эрозионных и гравитационных процессов в условиях сухого климата.

Кроме того, тектонические процессы в Боомском ущелье также влияют на формирование гидрологической системы региона. Большая часть водных ресурсов региона формируется за счет таяния снегов и ледников, которые

расположены на склонах горных хребтов. Реки и ручьи, протекающие через ущелье, имеют быстрое течение и образуют водопады, бассейны и каньоны.

Также тектонические процессы влияют на геологическое разнообразие ущелья и наличие полезных ископаемых, которые являются важным ресурсом для экономики региона. Некоторые из этих ископаемых были добывались еще в древности, а в настоящее время добыча продолжается в некоторых районах ущелья.

В целом, геологическое строение Боомского ущелья очень разнообразно и сложно. Эта территория представляет собой уникальный объект для изучения геологических процессов и явлений, происходящих на планете Земля. А также делает его привлекательным для туризма и способствует развитию экономики региона [51].

### 1.3 Рельеф

Расположение ущелья на стыке трех тектонических зон (с востока - хребтов Кеминского и Кунгей-Алатау, а с запада - Киргизского хребта) (рисунок 2), определило его сложную современную структуру [51].

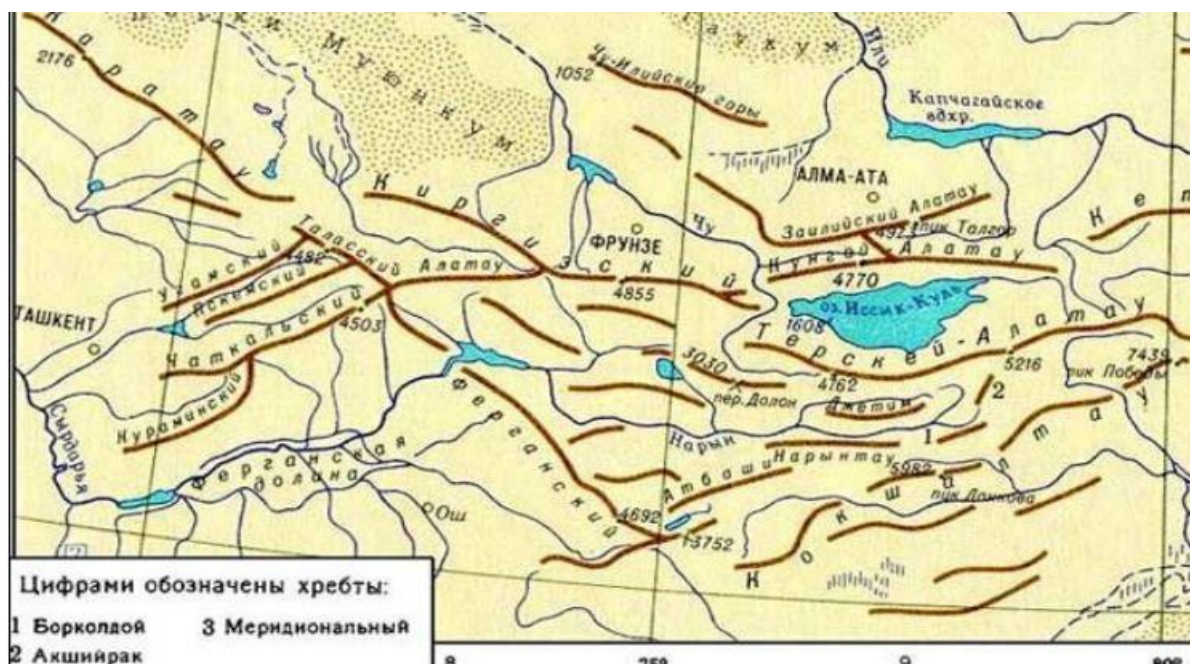


Рисунок 2 – Орографическая схема важнейших горных хребтов Тянь-Шаня

[50]

Боомское ущелье расположено в гористой местности и характеризуется сложным рельефом. Оно проходит между горными хребтами Кунгей Ала-Тоо и Кызыл-Алай, которые простираются вдоль границы Кыргызстана с Таджикистаном. Боомское ущелье расположено на высоте около 2000-3000 метров над уровнем моря, а горные хребты, окружающие его, достигают высоты 5000-6000 метров. Склоны ущелья находятся на высоте 1800-2500 метров над дном, а высота дна составляет 1300-1550 метров над уровнем моря. Протяжённость ущелья около 30 км.

Рельеф Боомского ущелья характеризуется глубокими каньонами, ущельями, балками и водопадами. Вдоль ущелья проходят множество рек и ручьев, которые образуют водопады и бассейны. В ущелье также находятся ледники, которые формируют красивые ледниковые озера [2].

В нижней части ущелья Чуйской области находится узкий каньон, окруженный высокими скалистыми обрывами. В верхней части ущелья Иссык-Кульской области рельеф имеет более спокойные формы, горы расступаются и открывают заросшую растительностью пойму реки, которая широко разливается. Гряды гор постепенно отступают на дальний план [5].

#### **1.4 Климат**

Климат Боомского ущелья главным образом зависит от высоты над уровнем моря и местного рельефа. Общим для всего ущелья является континентальный сухой климат с прохладными зимами и теплыми летами.

В низинных частях ущелья климат умеренный континентальный, средняя температура зимой около  $-15^{\circ}\text{C}$ , а летом около  $+20^{\circ}\text{C}$ . В горах же климат альпийский с более низкими температурами, особенно в зимний период.

Основные осадки в ущелье выпадают в виде снега в зимний период, когда активно функционируют горнолыжные курорты. Весной и летом, когда снег начинает таять, множество ручьев и рек в ущелье становятся полноводными, что создает благоприятные условия для занятий рафтингом и другими видами водных видов спорта.

Важно отметить, что климат Боомского ущелья может иметь микроклиматические особенности в зависимости от местности. Например, в западной части ущелья, где находится озеро Иссык-Куль, климат более умеренный и влажный благодаря влиянию озера. Здесь зимы более теплые, а летом прохладнее, чем в остальных частях ущелья [25].

Пустынное западное побережье озера Иссык-Куль, является теплым и сухим. Это самая засушливая территория Кыргызской Республики с климатом полупустынь. Годовая сумма осадков составляет здесь всего 100 - 120 мм и 92 - 98% их выпадают в основном в теплый период года. Максимальное выпадение количества осадков приходится на июль-август, а минимальное – на январь. Зимы можно считать здесь малоснежными, потому что устойчивый снежный покров практически отсутствует [30].

Восточная же часть ущелья характеризуется более сухим климатом, поскольку находится на южном склоне горного хребта.

Важным фактором в климате Боомского ущелья является также наличие горных хребтов, которые влияют на формирование микроклимата в разных частях ущелья. Например, на южном склоне горы климат является более сухим, в то время как на северном склоне - более влажным.

Также следует учитывать, что климат в ущелье может изменяться с высотой. Например, на высоте более 3000 метров над уровнем моря климат переходит в альпийский, где летом температуры достигают только +10°C, а зимой падают до -20°C. Кроме того, в этих местах осадки часто выпадают в виде снега [27].

### **1.5 Поверхностные воды**

В Боомском ущелье находятся несколько крупных рек, таких как Чон-Кемин, Ак-Суу и Терек, которые имеют свои истоки в горах и протекают через ущелье [41].

Реки, принадлежащие бассейну реки Чу, являются частью крупных рек Средней Азии. Они занимают второе место по длине и многоводности в Кыргызской Республике. Однако малые реки, исходящие с северо-западной

части хребта Кыргызского Ала-Тоо, теряются на безводной равнине при выходе из гор.

Главной водной артерией ущелья является река Чу. Село Кочкорка является местом, где соединяются две реки, Кочкор и Джоон-Арык, образуя начало реки Чу. После этого река движется к северо-востоку, проходя узкое ущелье хребта Кара-Коо длиной 4-5 км и выходит в долину Орто-Токой. Здесь находится знаменитое водохранилище с таким же названием. Для пополнения запасов воды водохранилища был создан тоннель длиной около 650 метров, через который вода направляется в реку, движущуюся к западной части котловины озера Иссык-Куль и отделяющуюся от него низменной полосой шириной 10 км.

Река, протекая мимо города Балыкчы, поворачивает на запад и протекает через горную долину шириной 1,0 - 1,5 км. Затем она входит в узкое и глубокое Боомское ущелье, которое проходит через горный массив на протяжении 22 км при ширине 100 - 150 метров. В конце ущелья на реке Чу происходит слияние с ее крупнейшим правым притоком - рекой Чонг-Кемин. После этого река продолжает свой путь в Чуйскую впадину, где она получает свой второй правый приток - реку Кичи-Кемин.

Река Чу в течение более 10 километров течет в долине, которая сужается, начиная от Боомского ущелья. Она зажимается к левому склону, и поэтому террасы располагаются главным образом на правом берегу реки. В данном регионе долины между выходом из Боомского ущелья и поселком городского типа Кемин, поперечный профиль долины не только включает в себя пойму, но также содержит 5 террас высотой 5, 15, 20, 65 и 80 метров над уровнем реки. Пойма здесь прерывисто представлена.

На берегах реки, в районе поселка городского типа Кемин, расположены три нижние террасы, которые постепенно смягчаются и уменьшаются по высоте, по мере спуска вниз по течению. На запад от поселка городского типа Кемин в долине реки Чу происходит значительное расширение, местами пойма достигает более 1 км ширины, а сама река здесь разветвляется на

блуждающие рукава и протоки, развиваясь значительно. Согласно И.С. Щукину, падение реки значительно уменьшается от 0.0098 ниже выхода из Боомского ущелья до 0.0040 у города Токмок и ниже вплоть до Константиновского моста.

*Характеристика параметров реки Чу:*

- Русло – извилистое;
- Ширина в створе города Бишкек – 30 - 35 метров;
- Глубина вреза – 0,3 - 2,1 метров;
- Длина реки вместе с рекой Джоон-Арыком – 140 км;
- Длина реки в пределах Чуйской впадины – 237 км;
- Тип питания – ледниково-снеговой.

Река Чу, относящаяся к рекам с ледниково-снеговым типом питания, характеризуется наличием двух подъемов уровня воды. В нижней части водосборного бассейна происходит первый весенний подъем воды, вызванный таянием снега. В то же время, в высокогорьях происходит таяние вечных снегов и ледников, что приводит к более мощному и длительному второму летнему подъему воды [38].

Также здесь расположено несколько озер, включая самое большое озеро Кыргызстана – Иссык-Куль. Озеро Иссык-Куль имеет площадь более 6200 км<sup>2</sup> и глубину более 700 метров, что делает его одним из самых крупных и глубоких озер в мире. Оно является важным источником воды для Кыргызстана, Казахстана и Узбекистана. Здесь также можно встретить множество горных рек и горных озер, которые создают красивые водопады и ручьи.

В целом, поверхностные воды в Боомском ущелье являются важным источником водоснабжения для местных жителей

Поверхностные воды в Боомском ущелье играют важную роль в сельском хозяйстве, так как обеспечивают полив земельных угодий, на которых выращиваются культуры, такие как пшеница, ячмень, овес, кукуруза, картофель, фрукты и овощи.

Кроме того, реки и озера ущелья являются местом обитания множества видов рыб, включая амура, карася, форели и других. Это предоставляет возможности для рыбалки как для местных жителей, так и для туристов, которые хотят насладиться свежей рыбой и прекрасными видами вокруг.

Наконец, поверхностные воды в Боомском ущелье имеют важное значение для экосистемы региона, поддерживая местную флору и фауну. Многие виды растений и животных зависят от воды и живут вблизи рек и озер. Поэтому сохранение и защита водных ресурсов в ущелье являются ключевой задачей для сохранения природной богатства и экологического баланса [41].

### **1.6 Почвенно-растительный покров**

Боомское ущелье представляет собой уникальную экосистему, богатую биоразнообразием. В этом регионе можно найти различные типы растительности, которые приспособились к жестким условиям горной местности.

Почвенный покров Боомского ущелья разнообразен и зависит от высоты над уровнем моря и типа горной породы. В предгорных районах встречаются суглинистые и песчаные почвы, в то время как на высокогорных склонах преобладают горные почвы.

В ущелье также можно найти множество пастбищ и лугов, на которых выращиваются кормовые культуры для скотоводства. Кроме того, здесь можно встретить различные виды дикой флоры, такие как сосны, ели, березы, рододендроны и травы.

Некоторые районы Боомского ущелья используются для сельского хозяйства и выращивания зерновых культур, овощей и фруктов. Но несмотря на это, сохранение почвенного покрова и биоразнообразия является крайне важной задачей для сохранения природных ресурсов региона.

Кроме того, в Боомском ущелье можно наблюдать формирование различных типов почв, таких как каштановые, серые лесные, горные бурые, глинистые, песчаные и древесно-кустарниковые. Эти почвы имеют различную плодородность, влагоемкость и химический состав.



В ущелье также встречаются солончаковые и солончаково-щелочные почвы, которые образуются в зонах небольших озер и заболоченных участков. Они имеют повышенную щелочность и малую плодородность, что делает их непригодными для сельскохозяйственного использования [37].

Кроме того, в Боомском ущелье также можно наблюдать формирование различных типов почв, в зависимости от местоположения и уклона склонов.

На верхних склонах гор обычно формируются горные почвы, которые характеризуются высокой степенью кислотности и низкой плодородностью. [3]. На верхних уровнях склонов гор преобладают кустарники, такие как шиповник, таволга, барбарис, ыргай, жимолость, боярышник и каменистые поля. Однако на некоторых участках можно найти густые луга, покрытые цветами весной и летом [21].

На средних уровнях склонов, на которых располагаются леса, формируются серые лесные почвы. Они более плодородны, чем горные, и обеспечивают высокую продуктивность для выращивания растительности [3]. Леса, расположенные на средних уровнях склонов, состоят в основном из лиственных пород деревьев, таких как береза, осина, клен, ясень и другие. В этих лесах можно найти множество ягодных кустарников и дикорастущих фруктовых деревьев [21].

На нижних участках склонов формируются каштановые почвы, которые обычно имеют высокую плодородность и используются для сельскохозяйственного производства. Они содержат много органических веществ и имеют достаточную влагоемкость, что обеспечивает хорошие условия для роста растительности [3]. На нижних участках склонов и на равнинных участках располагаются сельскохозяйственные угодья, где выращиваются зерновые культуры, овощи и фрукты. В том числе здесь можно найти насаждения яблони, алычи, вишни, черешни, груши, персика, а также виноградники и ореховые деревья [21].

В Боомском ущелье можно найти различные виды растений, которые используются в местной медицине и кулинарии. Например, многие травы

используются для приготовления настоек и чаев, а также для лечения различных заболеваний. Одна из таких трав - тысячелистник, который известен своими лечебными свойствами, такими как улучшение пищеварения и снижение кровяного давления.

Также в Боомском ущелье можно найти множество грибов, которые используются в местной кухне. Некоторые из них имеют уникальные вкусовые качества и используются для приготовления различных блюд. Одним из наиболее известных грибов является подосиновик, который имеет сладкий и нежный вкус [21].

Следует отметить, что по поймам р. Чу ущелье покрыто редкими зарослями облепихи, можжевельника, боярышника, шиповника и барбариса. Также изредка встречаются лесные массивы (береза, тополь, осина) [37].

В целом, почвенный покров Боомского ущелья обладает большим биоразнообразием, включая редкие и эндемичные виды растительности и микроорганизмов, что делает его уникальным объектом для научных исследований. Боомское ущелье обладает разнообразным почвенным покровом, который обусловлен множеством факторов, включая климат, геологическую структуру, высоту и уклон склонов. Однако, также важно сохранять и охранять его от разрушительной деятельности человека, такой как промышленная добыча полезных ископаемых, сельское хозяйство, застройка и туризм. Сохранение этого богатого биоразнообразия является крайне важным для сохранения экологического баланса в регионе [54].

### **1.7 Животный мир**

Боомское ущелье также является домом для многих видов дикой живой природы. Ущелье обладает богатым животным миром. В регионе можно наблюдать множество видов животных, включая млекопитающих, птиц и насекомых.

Среди млекопитающих наиболее распространены косули, кабаны, серые волки, рыси, горные козлы, а также бурые медведи. Эти животные являются

частью экосистемы ущелья и имеют важное значение для поддержания биоразнообразия.

Кроме вышеупомянутых животных, в Боомском ущелье можно найти множество других видов животных, включая кроликов, лисиц, барсуков, выдры, зайцев и диких кошек. В более высоких горных районах можно найти также горных козлов и камышовых куропаток.

Некоторые из этих животных используются для охоты, что может создавать проблемы для сохранения биоразнообразия. Поэтому в Боомском ущелье введены меры охраны животных, и охота разрешена только в специально выделенных зонах и с соблюдением определенных правил и ограничений.

Также в регионе можно наблюдать разнообразие птиц, включая орлов, соколов, ястребов и других хищных птиц. Многие из этих птиц занесены в Красную книгу Кыргызстана, что свидетельствует об их уязвимости и необходимости охраны.

В Боомском ущелье также можно встретить множество видов птиц, включая сокола, ястреба, канюка, кулика, утку, гусей и много других. Эти птицы являются важными членами экосистемы и играют важную роль в распространении семян растений, контроле насекомых и сохранении баланса экосистемы.

Кроме того, в Боомском ущелье можно встретить различные виды насекомых, включая бабочек, жуков, муравьев, пчел и многих других. Многие из этих насекомых имеют важное значение для растений, а также для поддержания биоразнообразия. Некоторые из этих насекомых являются важными опылителями растений.

Также, в ущелье можно найти различные виды рыб, включая ручьевую форель, радужную форель, амура, карпа, гольяна, линь, остролучку обыкновенную, леща восточного, аральскую щиповку, окуня балхашского, абботину речную. Реки и озера Боомского ущелья являются важными источниками пресной воды, которая используется для орошения и питьевой

воды для местных жителей. Однако, за последние годы качество воды в регионе ухудшилось из-за загрязнения водных ресурсов, что создает проблемы для экосистемы и местного населения.

Однако, экосистема Боомского ущелья также подвержена угрозам, связанным с воздействием человеческой деятельности, включая загрязнение воздуха и воды, разрушение природных ландшафтов и охоту на животных. Поэтому важно сохранять биоразнообразие региона и устойчиво использовать его ресурсы, чтобы обеспечить благоприятную среду для животных и растительности.

Как и в других регионах мира, Боомское ущелье сталкивается с рядом угроз для своего биоразнообразия. Некоторые из них включают в себя вырубку лесов, загрязнение водных ресурсов, перенаселение, глобальное потепление и изменение климата, а также незаконную охоту и незаконную торговлю дикими животными.

Для сохранения биоразнообразия Боомского ущелья, необходимо принимать меры по охране природы, включая создание защищенных зон, повышение осведомленности и образования населения в области охраны природы и биоразнообразия, а также регулирование и контроль деятельности, которая может нанести вред экосистеме, такой как вырубку лесов, загрязнение водных ресурсов и незаконная охота.

Сохранение биоразнообразия Боомского ущелья является важной задачей для обеспечения устойчивого развития региона и сохранения природных ресурсов для будущих поколений.

В целом, Боомское ущелье является уникальным регионом, богатым биоразнообразием и культурным наследием. Этот регион представляет огромный интерес для научных исследований, экотуризма и развития сельского хозяйства [24].

## 2 Опасные экзогенные геологические процессы

Совокупности неровностей земной поверхности называются **рельефом**.

**Рельеф** (от лат. *ravelo* – поднимаю, что означает что-либо выпуклое, неровность). Рельеф характеризуется различным возрастом, историей развития, характером возникновения и очертанием. Этим термином обозначаются выпуклые формы, которые имеются на земной поверхности и являются следствием естественных процессов.

Вещество на поверхности литосферы имеет три фазы: твёрдую, жидкую и газообразную. Она обладает определенной геометрией, высотой, углами наклона. Обмен вещества и энергии активно протекает здесь, приводя к изменению рельефа. Этот процесс сопровождается формированием рыхлых отложений, которые перемещаются по земной поверхности и являются сущностью экзогенного рельефообразования. Так как эти явления происходят одновременно или под влиянием тех же процессов, они называются одним термином – *морфолитогенез*. Это сложный процесс, в рамках которого одновременно формируются экзогенные формы рельефа и рыхловатые отложения.

*Морфолитосистема* представляет собой объем литосферы и ее элементы, которые взаимосвязаны и образуют единое целое. Они находятся в устойчивом состоянии и могут реагировать на изменения активности экзогенных и эндогенных процессов, формируя конкретный образ. Эта система процесс-отклик включает в себя рельеф и горные породы, которые являются её составными элементами. Саморегулирование является важным аспектом работы морфолитосистемы [44].

На поверхности литосферы и в её внешних оболочках, таких как атмосфера, гидросфера и биосфера, происходят **опасные экзогенные геологические процессы**. Они приводят к химическим изменениям, разрушению, перемещению и переотложению минеральных масс и горных пород, а также преобразуют рельеф литосферы [15].

Эти процессы характеризуются быстрым протеканием, негативно влияют на ведение хозяйственной деятельности, наносят материальный ущерб обществу, создают угрозу жизни населения при нарушении устойчивости природной (геологической) среды. На развитие экзогенных опасных процессов в литосфере влияет большое количество природных факторов – орографические (особенно крутизна склонов), климатические, геокриологические и другие, но главным образом обусловлены действием силы тяжести и солнечной энергии.

Следует отметить, что выделение экзогенных процессов в отдельную категорию является условным, так как они взаимодействуют с эндогенными процессами и безусловно связаны с ними, как было отмечено в работах М.В. Ломоносова. Эти процессы вызывают изменения в рельефе, который имеет эндогенное происхождение, и формируют морфоскульптуру поверхности Земли в процессе своей деятельности [46].

### **2.1 Условия образования и критерии выделения опасных экзогенных геологических процессов**

Наиболее активное перемещение масс на склонах и их перенос в долинах осуществляются горными селями. **Сель** (в переводе с араб. «сайль» - бурный поток) — это внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек бурный грязевый или грязекаменный поток, состоящий из смеси воды и обломков горных пород [15].

Характеристики селевых потоков, такие как высокая скорость, кратковременное происхождение и разрушительная сила, создают характерные отложения и насыщают их твердым материалом. Кроме того, селевые потоки могут приводить к углублению русел и разрушению берегов, а также вызывать паводки на реках, так как они имеют большую эрозионную способность [30].

Для возникновения селей в горах требуется объединение нескольких факторов. Одновременное поступление большого количества воды в долину может быть вызвано длительным дождем, ливнем, бурным таянием снега или

ледников, а также внезапным прорывом ледникового озера. Кроме того, для возникновения селей необходимо сочетание большой массы обломочного материала, находящегося на крутом склоне, и значительного уклона тальвегов горных рек. Селевые потоки могут также возникать при сильных землетрясениях (сейсмосели) [19].

На временных и постоянных водотоках могут образовываться сели, которые могут вызвать заторы из обломочного материала, снежно-ледниковой массы и деревьев. Движение селей обычно имеет форму последовательных волн или валов.

Селевые потоки образуются под воздействием геолого-геоморфологических и гидрометеорологических факторов, которые взаимодействуют между собой. Состав обломочного материала и насыщенность водного потока определяют динамический тип селя. Геолого-геоморфологические факторы, такие как крутизна склонов и русел, а также селевые очаги и русла, являются основными элементами, которые формируют селевые потоки. Образование селевых потоков также зависит от наличия большого количества легкоразмываемых пород.

Факторы, способствующие образованию селей, имеют гидрометеорологическую природу. Для образования мощного водного потока за короткий период времени необходимы определенные условия, такие как ливни, длительные дожди, большие снегонакопления и высокие температуры воздуха. Эти условия часто возникают в горных и высокогорных зонах, где происходит таяние снега и льда. Кроме того, источником воды могут быть прорывы высокогорных озер, водохранилищ, запрудных водоемов, образовавшихся после схода оползней, обвалов и лавин.

Ливни с ливневым происхождением играют важную роль в селеобразовании. Частота ливней определяет частоту повторения селевых процессов. Периоды, когда селевые процессы наиболее активны, часто связаны с периодом апрель-июнь и обильными осадками в горных массивах.

Предгорья, адыры, конусы выноса и низкогорья до 2500 м являются областью образования ливневых селей. Эти территории разделены речными долинами и сухими протоками. Основные условия для образования селей - ливневые дожди, наличие большого количества свободной поверхности с большими уклонами и без растительных отложений. В этом районе существует высокая вероятность возникновения грязевых селей в дождливую часть теплого времени года, а также повышение уровня воды при таянии снега весной.

Предгорные шлейфы межгорных котловин и подгорных равнин являются районами рассеивания и аккумуляции селей. Некоторые из наиболее сильных селей могут проходить через эту территорию транзитом и достигать территорий, не подверженных селевой деятельности.

Активизация селевых процессов может происходить в результате обильных осадков в весенне-летний период, интенсивного таяния снега на отдельных участках и прорывов высокогорных озер [30].

*Предпосылками образования селей служат:*

- аккумулярование огромного объема отложений на крутых склонах, образованных в результате воздействия выветривания;
- количество переносимого твердого материала селем в значительной степени зависит от уклона ложа, который должен быть не менее 0,08 - 0,10;
- повышение влажности поверхностного слоя в результате дождливой погоды; селевые потоки лучше всего сходят в период, когда долго не было дождя, потом резко наступили ливни; также сходу селей способствует таяние материала гляциального характера;
- нельзя не учитывать и антропогенный фактор, такой как лесозаготовки, скотоводство, добыча полезных ископаемых.

Склоны гор могут быть подвержены **оползням**, которые представляют собой скользящее смещение горных пород на поверхности или системе



поверхностей. Это происходит под действием силы тяжести, а также при участии поверхностных или подземных вод.

Четыре основных типа оползней, по механизму движения и строению, были подразделены Г.С. Золотарёвым:

1. Детрузивные оползни (оползни выдавливания) образуются на вершине склона в результате перепадов давления или раскалывания породы. Отколовшиеся части массива буквально давят на находящийся перед собой другие куски породы, которые находятся ниже по отношению по основному массиву. В процессе движения образуются кучи породы с различной высотой и шириной.
2. Консеквентные оползни (оползни скольжения) - местом их образования является слоистые осадочные породы разного рода образования с наличием в них тектонических и дизъюнктивных нарушений и которые были подвержены внешнему воздействию в виде выветривания, воздействия воды. Оползни зачастую могут иметь блочное строение и вызываются движением литосферы.

Подстилающие породы, по поверхности которых идет движение массива обладают очень большим запасом прочности, позволяющим не разрушаться во время движения оползневого тела. Нарушения в горной породе в виде трещин и напластование пород между собой создают следующую ситуацию: по нескольким трещинам идет раздробление горной породы, а по другой же части движение этой же породы. Во время движения таких оползней горные массы набирают скорость до 30 м/с.

3. Оползни вязко-пластичные, или деляпсивные образуются следующим образом: в результате воздействия экзогенных процессов, таких как размыв горной породы рекой, озером или раскалыванием горной породы в нижней части склона дает начало образованию оползня. Далее образовавшуюся пустоту начинает заполнять материал, находящийся выше по склону тем самым, происходит соскальзыванием все новых и новых частей горной породы.

4. Разнообразными по формированию, строению, механизму и времени развития являются сложные оползни, которые обычно имеют грандиозные и большие размеры.

*Главные условия образования:*

- Склоны должны быть достаточно крутыми (20 и более градусов). Чем круче склон или откос, тем больше воздействие гравитационных сил на горную породу, которые перемещает горную породу во время ее размыва, подрезки, также уменьшают устойчивость породы к оползнию.
- Наличие воздействий таких процессов как выветривание, увлажнение, перепад температур в совокупности приводят к изменению прочности и сцепления породы в худшую сторону.
- Наличие подземных вод. Подземные воды находятся всегда в подвижном состоянии, что не остается незамеченным для горной породы. При длительном движении воды в породе проявляются фильтрационные деформации такие, как суффозия и образование плывунов. Водоупорный горизонт имеет адгезионные свойства по отношению к вышележащей горной породе. Отсутствие зацепок приводит к движению горной породы даже при небольшом движении.
- Резкая смена погоды (перепады температур, большое количество одномоментных осадков за короткий промежуток времени) индуцирует оползневой процесс. Очень большая вероятность оползневых процессов если в течение не менее 3 месяцев норма осадков превосходит ежегодное среднее значение в два три раза.
- Рельеф местности имеет несколько факторов влияние на развитие оползней. Так, например, высота и крутизна склонов способствуют образованию оползней. Отдельно стоит упомянуть и о форме склонов. Так, например, вогнутая форма склона лучше рассеивает воздействие сил и даёт дополнительную устойчивость. Выпуклые же склоны больше подвержены разрушению. Самыми неустойчивыми является «нависающий» тип склонов. Рельеф может оказывать влияние и

косвенно. Именно он определяет распределение температуры, воды, температуры воздуха, направление ветров, наличие растительности.

- Геологическое строение и тектоника. Форму и размер оползней зачастую определяет именно геологическое строение. Главным маркером возможностей образования оползней является наличие глинистых пород, как на поверхности, так и прослойками между другими породами. Важное значение имеет направление залегания слоев. Оползням легче развиваться если слои направлены в сторону основания склонов. Тектонические движения зачастую сопровождаются активными землетрясениями. Очень часто новые оползни движутся именно во время сейсмических явлений.

Оползни – это процессы характерные для территорий с высоким поднятием, образованных поздним этапом развития рельефа. Для них характерно наличие большого количества потенциальной энергии в горных породах и расчленённость рельефа [15].

Основываясь на устойчивости склонов и откосов, была создана классификация оползней по глубине залегания, мощности и скорости движения (таблица 1) [23].

Таблица 1 – Классификация оползней по глубине залегания, мощности и скорости движения [23].

<b>По глубине залегания</b>	
<b>Тип</b>	<b>Значение, метры</b>
поверхностные	до 1
мелкие	от 1 до 5
глубокие	от 5 до 20
очень глубокие	более 20
<b>По мощности</b>	
<b>Тип</b>	<b>Значение, метры кубические</b>
малые	до 10 тыс.
крупные	от 1 до 1000 тыс.
очень крупные	свыше 1000 тыс.
<b>По скорости движения</b>	
<b>Тип</b>	<b>Время прохождения</b>
быстрые	секунды, минуты
средние	часы
медленные	годы

Выделяют следующие элементы оползня (рисунок 3):

- Горные породы, называемые телом оползня или оползневым блоком, перемещаются во время оползня;
- Поверхность скольжения или оползания — это поверхность, на которой происходит смещение;
- Оползневой уступ или оползневой срыв — это часть поверхности скольжения, расположенная над телом оползня в виде уступа;
- Верхняя грань оползневого срыва называется блоком срыва;
- Площадка оползневой террасы или оползневая ступень — это площадка, образовавшаяся в результате смещения части склона;
- Оползневой цирк или оползневая чаша — это углубление в склоне, возникшее после смещения оползневого тела;
- Напорный оползневой вал.

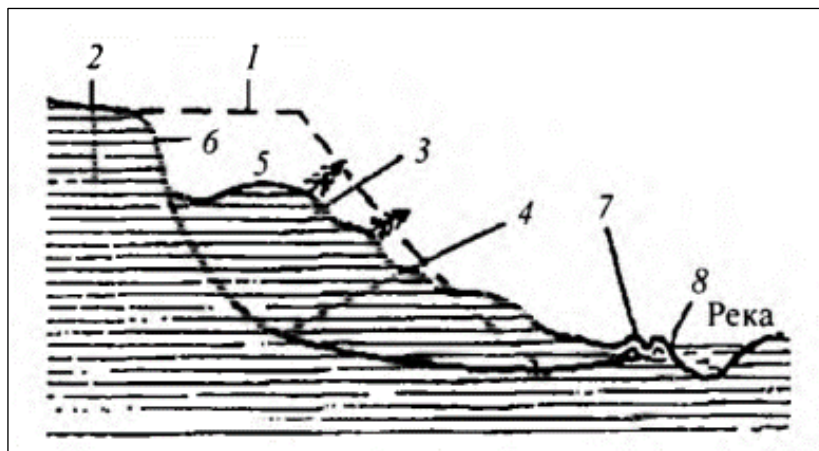


Рисунок 3 – Схематический поперечный профиль оползня [15]

1-первоначальное положение склона, 2-нарушенный склон, 3-оползневой блок, 4-поверхность скольжения, 5-площадка оползневой террасы, 6-стенка срыва оползневого тела, 7-напорный оползневой вал, 8-урез реки

Сила оползня складывается из нескольких параметров: масса горной породы, ее объем, форма и состав горной породы, скорость движения. Крупный оползни могут иметь размера площадью до 60 га, а если считать объем, то он достигает миллионы кубических метров. Оползни двигаются

непостоянно, через некоторое время движение останавливается. В отдельную характеристику оползня выделяют его расстояние, которое он проходит за все движение.

Главными условиями для оползания являются наличие водоупорных пород и напластование надо ними водопроницаемых пород. Водопроницаемые породы предварительно подвергаются воздействию разных процессов, ведущих к потрескиванию, дроблению и перемешиванию. Водоупорная же порода не изменяется под воздействием этих процессов. При оползании водопроницаемые породы движутся по водоупорному горизонту. В процессе движения происходит активное перемешивание как горной породы, так и земли и деревьев. На склоне оползень создает новый тип рельефа, который называют оползневый цирком. Сверху он ограничен стенкой отрыва, снизу представлен оползневым валом, а по середине находится оползневая терраса.

Оползни имеют катастрофические последствия и являются опасностью для всего живого [23].

Обвально-осыпные процессы — это скатывание обломков горных пород по поверхности склона и обрушение грубообломочных отложений. Они относятся к другим природным процессам [31].

**Обвалы (горный обвал)** — это перемещение больших масс горных пород с большой высоты при этом сами куски горной породы быстро переворачиваются в воздухе, сталкиваются друг с другом и с другой горной породой на поверхности обрывистых склонов. В список мест, где происходят обвалы входят горы, речки с крутыми склонами, морские берега с крутыми склонами.

Обвал — это результат полного отсутствия адгезии больших частей горных пород. Порода буквально ломается на куски в результате экзогенных процессов и приходит в движение из-за гравитации. Большую часть обвалов вызывают человеческое воздействие на рельеф. Это может быть как неправильное проведение горных работ или строительство [36].

Обвалы бывают разных размеров: камнепады в основном объёмом менее 1 куб. метра; малые обвалы - до 10 тыс. куб. метров; средние обвалы - до 100 тыс. куб. метров; большие обвалы - до 1 млн куб. метров; крупные обвалы - более 1 млн куб. метров [15].

Процесс обвалов проходит очень быстро, но при этом количество горной породы успевает переместиться колоссально. Вся эта масса может кардинально повлиять на рельеф. Например, изменить ход рек и образовать новые озера. Чтобы установить возраст обвалов материал из них сравнивают с материалом с террасовых или моренных комплексов неподалеку. На сегодняшний день геологами были найдены обвалы эпохи плейстоцена. Более древние обвалы не сохранились. Определением возраста обвалов и их происхождение зачастую осложняется тем, что истоки обвалов очень быстро покрываются вышележащими отложениями намного быстрее, чем разрушаются отложения обвалов.

Основным местом образования крупных обвалов являются горы с сильным расчленением рельефа при этом превышение пиков гор может достигать 900 и более метров над уровнем горных рек. Благоприятным для возникновения обвалов является наличие глубинных разломов и пересечение сразу нескольких линий разрывов [20].

**Осыпь** – это группа кусков (обломков) горных пород, лежащих у основания крутых склонов или в нишах. Их генезису способствовали такой экзогенный процесс как выветривание горных пород и разрушение очень крупных обломков при скатывании их с гор. По форме осыпи обычно представлены в виде шлейфов или треугольников в нижней части склонов. Осыпи представлены материалом, повергшимся активному разрушению в результате крупных камнепадов.

Как и с селями характер движения оползни определяет ее основание. Так в районах, где осыпь подвергается активному воздействию рекой, она легкоподвижная. Такой тип осыпей распространен в околледниковых долинах. Осыпи очень часто можно встретить в долинах прорыва. Главной

особенность таких осыпей является сам источник материала. Если для обычных осыпей материал образуется при воздействии экзогенных процессов в долинах прорыва материал возникает в результате тектонического разрушения [19].

При падении обломки взаимодействуют с поверхностью склона и изменяют рельеф. На поверхности склона начинают образовываться желоба, которые заполняются осыпью. Все это вместе образует лоток. Лотки могут сливаться между собой и разделяться. У основания склона скапливается наибольшее количество материала. Глубина осыпных лотков обычно не превышает 1-2 метров, хотя бывают и более глубокие. Ширина лотков может достигать нескольких метров. Скорость осыпных процессов намного ниже, чем обвальных - в среднем 10-20 см в год. Крутизна осыпи на прямую взаимосвязана с типом и характером материала и составляет: 39 - 40° для крупнообломочных, 34 - 37° для мелкощебнистых и 30 - 31° для песчаных осыпей [15].

**Камнепады** представляют собой сразу два процесса вместе: обвалы и осыпи. При камнепаде материал неоднороден и процесс происходит стремительно. Камнепады могут причинить большой ущерб инженерным коммуникациям, таким как автодороги, линии ЛЭП и другим.

В результате камнепадов возможно образование конусов осыпания, переходящих в осыпные шлейфы. Такие объекты очень нестабильно даже после осыпания. Даже очень небольшое изменение структуры ведет к дальнейшему камнепадению и его движению ниже по склону [55].

## **2.2 Анализ опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье**

В Боомском ущелье, где проходят авто и железнодорожный транспорт, среди всех экзогенных геологических процессов наибольшую опасность представляют камнепады и обвалы скальных горных пород с бортовых склонов. Также такую опасность могут представлять и селевые потоки с боковых долин. Эти опасные процессы могут вызвать разрушение

инженерных сооружений, автомобильных дорог и железнодорожных путей, а также ЛЭП. Особенно опасны падения отдельных обломков и обрушения больших массивов горных пород, составляющих тысячи кубических метров. Кроме того, селевые потоки ливневого генезиса могут вызывать наводнения и затруднять движение на дорогах.

В Боомском ущелье горные породы имеют различный состав и инженерно-геологические свойства, которые влияют на развитие опасных экзогенных геологических процессов в этом регионе. В зависимости от состава, горные породы делятся на различные типы - скальные, полускальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые.

Однако, не только состав горных пород играет роль в развитии опасных экзогенных геологических процессов. Также важную роль играет геологическая среда, в которой эти породы расположены. Например, расположение горных пород вблизи водоёмов может способствовать увеличению интенсивности развития опасных геологических процессов.

Кроме того, важно учитывать, что опасные экзогенных геологических процессов могут возникать не только в горных породах, но и в смежных территориях. Так, например, наличие древесной растительности на склонах гор может снижать вероятность возникновения опасных экзогенных геологических процессов.

Боомское ущелье – место, где скальные породы поражают своей раздробленностью. Это происходит из-за тектонических процессов, таких как складкообразование, сейсмодислокации и сейсмотолчки, а также выветривания. Скальные выходы на склонах и днище ущелья разбиты на множество обломков разной величины в результате этой раздробленности. Особенно выраженной является трещиноватость протерозойских эффузивов, представленные главным образом плагиоклазовыми и диабазовыми порфиритами, а также диабазами и их туфами.

Площадь распространения этих пород характеризуется широко развитыми осыпными шлейфами, которые образовались в результате



камнепадов и осыпания скальных обломков. Такие осыпные шлейфы можно наблюдать на нижних частях склонов Боомского ущелья, между боковыми притоками Кара-Джилга и Кургактерек. Эти осыпные шлейфы оказывают большое влияние на ландшафт ущелья и создают свойственный ему характер.

Причина такой раздробленности скальных пород в Боомском ущелье лежит в геологической истории этого региона. Несколько миллионов лет назад этот район был подвергнут сильным тектоническим процессам, которые способствовали образованию трещин и разломов в скалах. В дальнейшем процесс выветривания усугубил эту раздробленность, что привело к образованию скальных выходов и осыпных шлейфов, которые мы наблюдаем сегодня.

На склонах ущелья между боковыми долинами Кургактерек и Сулутерек можно наблюдать различные формы геологической активности. Менее раздроблены скальные породы из девонских и пермских эффузивов, что создает особые условия для развития разных форм грунтовых движений. Но на удивление, на этих склонах не наблюдается осыпных шлейфов, которые часто возникают в других геологически активных регионах. Однако, здесь большее развитие получили селевые потоки. Эти потоки представляют собой перемещение большого количества грунта и камней, которые смываются водой.

На склонах Боомского ущелья можно обнаружить многообразие пород, но наименьшей раздробленностью и большей устойчивостью, по сравнению со скальными породами, обладают осадочные породы карбона. Среди них можно выделить песчаники, конгломераты, алевролиты и линзы известняков. Но это не единственная интересная особенность этих пород. Следует отметить, что на горных склонах, выполненных этими породами, часто происходят камнепады и обвалы. Но здесь нет сплошного осыпного шлейфа, подобного наблюдающемуся на склонах в «Прорывном» сае.

Можно предположить, что в те времена на территории, где сейчас расположено Боомское ущелье, происходили сильные геологические

процессы, которые обусловили образование такой уникальной геологической формации [53].

В целом, понимание всех факторов, влияющих на развитие опасных экзогенных геологических процессов, является очень важным для инженеров-геологов и других специалистов, занимающихся геологическими исследованиями. Только учитывая все особенности геологической среды и горных пород, можно разработать эффективную стратегию по предотвращению опасных экзогенных геологических процессов и защите территорий, на которых они могут возникать.

В Боомском ущелье есть несколько групп опасных экзогенных геологических процессов. Они могут иметь разное происхождение и приводить к различным последствиям. Русловые процессы, такие как селевые и наносоводные потоки, паводки и эрозия, приводят к разрушению русла рек и угрожают населенным пунктам внизу. Процессы горных склонов, такие как обвалы, камнепады, осыпи, оползни и оплывины, могут привести к разрушению дорог, зданий и жилых домов.

#### **Влияние климата на развитие экзогенных геологических процессов**

В Боомском ущелье, где часто дует ветер и нет стабильного снежного покрова, развитие экзогенных геологических процессов очень зависит от температуры и осадков [34]. Тектоночешские процессы раздробляют горные породы, а перепады температур приводят к еще большей их трещиноватости. В результате выходы твердых и неоднородных по составу и строению пород, например, граниты, сланцы и песчаники превращаются в россыпи щебня различного размера и состава.

На значительную глубину происходит разрушение и растрескивание горных пород, причиной которого является замерзание воды в трещинах. Но это только одна из многих причин, которые способствуют разрушению горных пород. Частые землетрясения и тектонические движения также являются главными факторами, которые приводят к обрушению скал и образованию осыпей у подножия склонов.

Однако, разрушение горных пород не всегда происходит мгновенно. Иногда этот процесс занимает многие годы, когда породы постепенно раздробляются и становятся непрочными. Это может быть вызвано изменением влажности, температуры и атмосферного давления.

Образование огромных осыпей у подножия склонов является не только проблемой для горных районов, но и может представлять опасность для окружающих жителей и инфраструктуры. Поэтому, существует необходимость постоянного мониторинга состояния горных пород и принятия мер для предотвращения возможных последствий разрушения.

Из-за значительной раздробленности горных пород, составляющих крутые борта Боомского ущелья, они неустойчивы и могут обрушиться вниз по склону при малейшем ослаблении сил сцепления между обломками. Такое ослабление может произойти из-за атмосферных осадков, которые влияют на формирование камнепадов и оползней. Атмосферные осадки, выпадающие в виде дождя или снега, который тает, проникают в трещины горных пород, насыщая их поры и ослабляя связь между частицами. Это вызывает камнепады, которые негативно влияют на окружающую среду и создают опасность для людей.

По словам экспертов, атмосферные осадки играют ключевую роль в развитии селевых потоков, которые также являются опасным явлением для горных районов. Однако, камнепады и оползни также должны быть учтены при планировании строительства и развития инфраструктуры в горных районах. Интенсивность и продолжительность выпадения дождей, а также интенсивность снеготаяния, могут оказывать значительное влияние на активность камнепадов.

В целом, атмосферные осадки имеют большое значение для горных районов, и их влияние должно быть учтено при принятии решений об использовании этих территорий. Грамотное планирование и управление природными ресурсами помогут минимизировать риски и обеспечить безопасность жителей горных районов [30].

## Сели

Боомское ущелье на юго-востоке Республики Кыргызстан знаменито своим красивым пейзажем, но мало кто знает, что оно также является местом сильной эрозионной деятельности. Прорывные потоки, сформированные при опорожнении древнего озера Пра-Иссык-Куля, объясняют это. После этого все боковые долины в ущелье оказались «подвешены» относительно главной долины, что привело к увеличению их уклона и резкой активизации селевых процессов.

Когда ливни начинаются в Боомском ущелье, большие объемы дождевой воды собираются в крутых боковых долинах и саях. Воды стекают по долинам в виде бурных потоков, насыщаются рыхлообломочным материалом в процессе движения и трансформируются в селевые потоки. Таким образом, боковые долины и саи превращаются в селесборы.

Из-за этой сильной эрозионной деятельности в Боомском ущелье происходят серьезные изменения ландшафта. В селевых потоках выносятся огромное количество грунта и камней, что приводит к разрушению и эрозии почвы [4].

В Боомском ущелье наиболее распространены грязевые и грязекаменные потоки, которые имеют различную плотность (от 1,4 до 2,5 т/куб.метров) и содержат небольшое количество воды. Селевой поток может содержать как твердую, так и вязко-текучую массу, в зависимости от преобладающего в потоке элемента. При выходе на ровную поверхность поток не распространяется в стороны и при остановке сохраняет форму в виде вала. Несмотря на невысокую скорость, такие потоки обладают большой разрушительной силой и способны выносить значительное количество обломочного материала [30].

Следы древних селевых потоков находятся в разных местах Боомского ущелья, сохраняясь в устьях многих ущелий и на конусе выноса. Река Коморчек, благодаря селевым потокам, сформировала обширный конус выноса (рисунок 4А) и перекрыла временными плотинами реку Чу, что

подтверждают останцы отложений яркого ржаво-бурого цвета на правом берегу реки Чу. Красноцветные отложения киргизской свиты палеоген-неогена заполняют обширные площади бассейна реки Кургактерек, которые способны легко насыщать временно-действующие водотоки грязекаменным материалом (рисунок 4Б). Большая часть селевых потоков связана с интенсивным выпадением атмосферных осадков, главным образом ливнями, которые приходится на июнь месяц [47].



Рисунок 4 – Селевые участки: А) р. Коморчек и Б) р. Кургактерек [47]

После интенсивного ливня, который был более 1 мм/мин, наблюдался мощный паводок по реке Коморчек 6 августа 1960 года. Этот паводок превратился в селевой поток, который выносил обломочный материал в реку Чу с 19 до почти 21 часа, и за время своего действия прослеживалось 7 волн. Кыргызгидромет сообщал, что расход потока достигал 60 м/сек, а скорость его превышала 3 м/сек.

27 июня 1968 года и 9 июня 1972 года были зафиксированы мощные потоки селей по реке Коморчек. Обильные дожди вызвали резкий прилив воды и ее помутнение. В результате этого вода приобрела красно-бурый оттенок. В устьевой части реки произошло затопление прилегающих участков. Несмотря на это, никакого ущерба не было нанесено, поскольку в этой области не было хозяйственных объектов.

В устье долины Кургактерек реку Чу неоднократно перекрывали запруды, аналогичные Коморчекской. Обширные площади бассейна реки

Кургактерек были выполнены красноцветными отложениями. Менее мощные потоки, зарегистрированные Кыргызгидрометом в конце июля 1960 года, в июне 1966 года и 9 июня 1972 года, не перекрывали реку Чу, но нанесли ей значительный ущерб.

Долина Сулутерек расположена по левому борту Боомского ущелья и является значительным риском для авто- и железнодорожного транспорта из-за селевых потоков. Эта долина представляет собой крупную боковую долину, в которой активно формируются селевые потоки из-за красноцветных отложений киргизской свиты. Расход этих селевых потоков могут достигать до 26 м/сек. Однако, авто- и железнодорожные дороги защищены от них двумя плотинами с селесбросами в виде тоннелей, пропускным сечением до 10 метров кв. Это позволяет сбрасывать селевые потоки в реку Чу без какого-либо разрушения авто- и железнодорожных дорог [16].

Опасность для авто- и железнодорожного транспорта представляют селевые потоки из боковой долины Кыз-Куйоо. Недостаточная пропускная способность селесбросных каналов под дорогами и высокая плотность селевых потоков могут забить эти каналы, что и обуславливает данную опасность. Это привело к серьезным последствиям 14-15 июня 1999 года и 30 июля 2022 года [14].

В Кыз-Куйоо 30 июля 2022 года, произошла страшная катастрофа, когда селевые потоки пронесли поселком, уничтожив все, включая дома местных жителей и автодорогу (рисунок 5). Однако, что замечательно, мечеть, расположенная на окраине деревни, рядом с горами и занимающая площадь около 2,5 гектаров, не пострадала (рисунок 6). Таким образом, дорога в Боомском ущелье оказалась заблокированной, и образовалась огромная пробка. Это было вызвано непродолжительными, но очень сильными ливнями, которые также спровоцировали селевые потоки в других саях, таких как Сулутерек и Курган-Терек, находящихся примерно в 5 километрах от места происшествия.



Рисунок 5 – Селевой участок под галереей (фото автора)



Рисунок 6 – Селевой участок в селе Кыз-Куйоо [43]

Отложения, имеющие низкую водопроницаемость и способные удерживать подземные воды, являются наиболее подверженными процессу селеформирования. Наоборот, отложения с высокой водоупорностью и не способные пропускать подземные воды, не склонны к селеформированию. В Боомском ущелье раздробленные скальные горные породы протерозоя и палеозоя, а также рыхлообломочные отложения четвертичного периода относятся к первой группе пород.

Два типа селеобортов могут быть выделены в зависимости от состава горных пород, которые их составляют. В первую группу входят селеоборты, которые состоят в основном из заглинизированных полускальных пород палеоген-неогенового возраста. Они формируют потоки с низкой плотностью в диапазоне от 1 до 1,5 г/см<sup>3</sup>. Эти потоки отличаются от потоков с высокой плотностью и называются наносоводными. Среди типичных представителей этой группы селеобортов можно назвать долины Сулутерек и Кургактерек (рисунок 7).

Возраст палеозойских пород, сильно разрушенных выветриванием, позволяет сформировать селевые потоки высокой плотности в районах, где обитают селеоборты. Результаты измерений показали, что плотность таких потоков составляет от 1,5 до 2,5 г/см<sup>3</sup>. Долины Кыз-Куйоо и Сай 42 (рисунок 7) являются типичными примерами селеобортов этой группы. На склонах бортов и днищах долин и саев накапливаются навалы крупнообломочного несцементированного материала, образованные в результате физического выветривания скальных пород. Эти скопления рыхлообломочных отложений играют важную роль в формировании грязекаменных селевых потоков высокой плотности, превышающей 2 г/см.

Боковая эрозия в настоящее время развивается значительно больше, чем глубинная, в Боомском ущелье. Это происходит из-за того, что русло реки Чу выполнено из крупных обломков, которые создают русловую отмокту и препятствуют эрозии на большую глубину. Однако, берега русел выполнены



из более мелкого гравийно-галечного материала и подвержены размыванию под действием боковой эрозии [14].

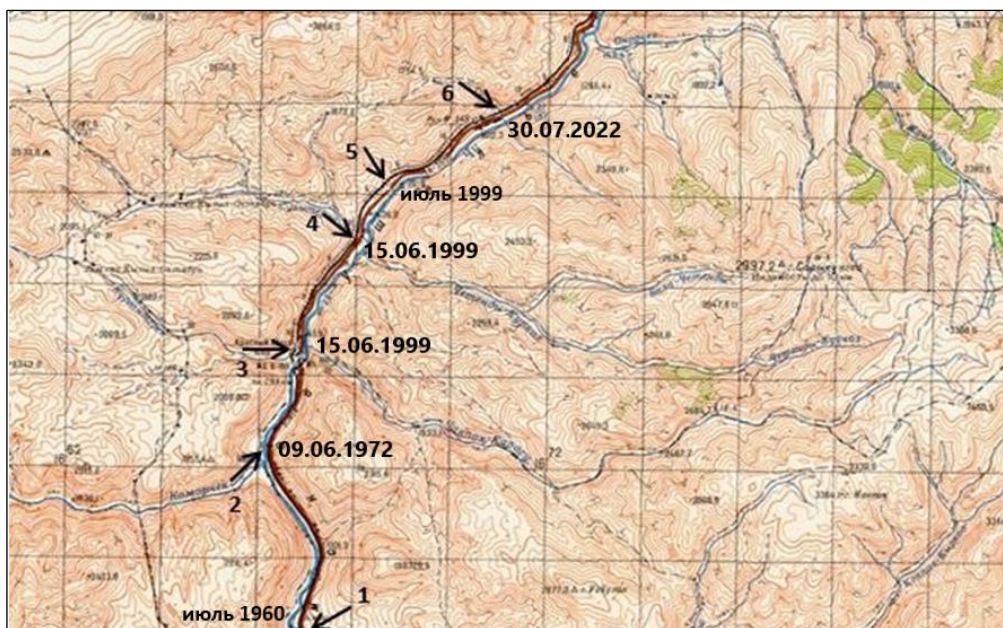


Рисунок 7 – Карта-схема местоположения типичных селесборов Боомского ущелья за последние 60 лет (составлена автором)

1-Кара-Жилга; 2-Коморчек; 3-Кургактерек; 4-Сулутерек; 5-сай 42; 6-Кыз-Куйоо

Из-за больших объемов дождевой воды, которая собирается в боковых долинах и сах Боомского ущелья, возникают селевые потоки. Эта вода не успевает проникнуть в горные породы, которые образуют днища и борта долин и саев. Она стекает по ним вниз в виде бурных дождевых потоков. Когда насыщенные рыхлообломочным материалом последние движутся дальше, возникают селевые потоки, которые могут преобразовать долины и саи в настоящие селесборы.

### **Оползни**

В Боомском ущелье встречаются оползни разных возрастов, от древних до более молодых и современных. Обычно древние оползни глубоко залегают и состоят из скальных и полускальных пород. Мезо-кайнозойские отложения, включающие переслаивающиеся глины, песчаники, известняки, мергели, гипсы с многочисленными водоносными горизонтами и лессовидными суглинками, распространяются в низко- и среднегорных зонах, где в основном

развиваются оползни. В этом районе каждый год количество оползней увеличивается из-за активизации современных геодинамических движений, сейсмичности, подъема уровня подземных вод, аномального количества выпадающих атмосферных осадков и инженерно-хозяйственной деятельности человека в горных зонах [29].

Ежегодно число оползней, вызываемых вышеуказанными причинами, растет, что приводит к увеличению ущерба. За последние 12 лет из зоны оползневого поражения было эвакуировано около 8 тысяч жилых домов, что в среднем составляет 660 жилых домов ежегодно. Оползни на территории Кыргызской Республики, включая Боомское ущелье, могут приводить к разрушениям жилых домов и инфраструктуры населенных пунктов даже если они находятся далеко от опасных склонов. Даже горные сооружения в ущельях могут вызвать угрозу перекрытия русел рек и их притоков. Это может привести к образованию прорывоопасных плотин запрудных озер, которые, в случае прорыва, могут вызвать наводнения и разрушения домов, мостов, ЛЭП и других объектов, находящихся ниже по руслу реки. Около 8% территории республики поражено оползневыми процессами, что соответствует общей площади земель [1].

В верхней части склонов возникают оползни неглубокого заложения, которые захватывают небольшие по мощности породы, такие как лессовидные суглинки, суглинистые супесчаные грунты с включением щебня и гравия. Галечные и валунно-галечные слои с песчаным гравийным и суглинистым заполнителем можно увидеть в стенках отрыва под суглинистым покровом. На более низких уровнях склона можно обнаружить отложения неогена. Активизация оползней неглубокого заложения зависит от количества атмосферных осадков и увлажнения, чаще всего происходит в весенний период.

В зонах тектонических нарушений формируются древние оползни, состоящие из пород неогенового и палеозойского возраста, находящиеся на глубоком заложении. Активация таких оползней может привести к угрозе

перекрытия русел рек в результате сейсмических действий, повышения уровня подземных вод и выпадения атмосферных осадков [31].

Существуют зоны, где оползни различных объемов и генезиса часто распространяются, что свидетельствует о второй степени опасности. Они активизируются в аномально влажные годы. Также есть зоны, где оползни редко распространяются, что указывает на третью степень опасности. Они активизируются в экстремальных природных условиях.

В ущелье возможно происхождение оползневых процессов в результате атмосферных осадков и увеличения сейсмической активности. Последние годы характеризовались частыми случаями активизации оползней из-за метеорологических факторов, что привело к ослаблению склонов и их склонности к оползневым процессам уже при незначительных осадках и сейсмических подвижках. Гидрометеорологическая служба при Министерстве чрезвычайных ситуаций (Кыргызгидромет) сообщает, что в период с 1 октября по 31 декабря 2022 года в Иссык-Кульской области Кыргызстана было зафиксировано ниже нормы (79%) и выше нормы (85-169%) уровень осадков [28].

На горных склонах Боомского ущелья в настоящее время возникает только один очаг оползней, который расположен над галереей. Оползанию подвержены красноцветные отложения палеоген-неогена, которые являются наименее устойчивыми породами горных склонов, особенно после замачивания. В настоящее время на данном оползне проводятся работы по террасированию, но их выполнение затруднено крутизной склона и наличием трещин, что затрудняет продвижение техники [18].

### **Обвально-осыпные процессы**

Гравитация играет главную роль в склоновых процессах, но водная составляющая также оказывает существенное влияние. Обвалы характеризуются быстрым спуском вниз по склону горных пород, которые раздроблены и имеют трещины. Боомское ущелье подвергается угрозе из-за обвалов, которые могут нанести ущерб автомобильной и железной дороге, а

также мешают возведению новых сооружений. Камнепады характеризуются скоростью движения обломков, которая может достигать нескольких десятков метров в секунду. Объем обломков, может быть, от долей кубического метра до нескольких кубических метров.

Массивы скальных пород на южной и северной станции Кыз-Куйоо выполнены из осадочных пород карбона, таких как песчаники, конгломераты, алевролиты и линзы известняков. Эти породы обладают наименьшей раздробленностью и большей устойчивостью по сравнению со скальными породами, которые слагают борта Боомского ущелья. Хотя на горных склонах, выполненных этими породами, часто происходят камнепады и обвалы, здесь нет сплошного осыпного шлейфа, подобного тому, что наблюдается на склонах в «Прорывном» сае.

Скальные уступы высотой до 80 метров нависают над полотном железной дороги на участке Кыз-Куйоо. Камни с этих уступов безопасности железнодорожного движения не способствуют, так как они падают непосредственно на железную дорогу. Но интересно, что на этом участке горных склонов осыпных шлейфов нет [30].

Камнепады, чья зона действия распространяется не только на подножие склона, но и на прилегающие к нему участки днищ горных долин и межгорных впадин, являются самыми катастрофическими. Они широко развиты на площади, состоящей из скальных пород палеозоя и протерозоя. В Боомском ущелье произошел обвал 139 км автодороги Бишкек – Нарын – Торугарт во время инженерных работ по укреплению склона. Объем обвала составил до 2 тыс. м<sup>3</sup>. Высота завала достигала 7 метров, а длина вдоль полотна дороги – до 50 метров. В результате автотрасса была перекрыта, произошло это 12.08.15 г.

В горном обрамлении Чуйской впадины развились обвально-осыпные процессы, которые представляют угрозу для автодорог и опор ЛЭП, пролегающих в долинах Кичи-Кемин и Чон-Кемин. Также под угрозой находится железнодорожная линия Бишкек-Балыкчы, проходящая через Боомское ущелье [47].

### **3 Оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье**

#### **3.1 Исходные данные и методика оценки**

Для анализа рельефа исследуемой территории была использована SRTM-модель, полученная с портала данных USGS Earth Explorer Геологической службы США.

**USGS Earth Explorer** – это универсальный портал данных, который предоставляет доступ к различным геопространственным наборам данных из коллекций Геологической службы США.

С помощью радарной топографической съемки поверхности земли была создана цифровая модель высот Земли в рамках международного исследовательского проекта Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Полученная модель охватила более 80% поверхности суши Земли между 60° северной широты и 56° южной широты, за исключением самых северных и южных широт, а также океанов. Радарная топографическая миссия шаттла производилась на борту космического челнока «Индевор» с 11 по 22 февраля 2000 года. Сейчас данные SRTM с регулярно расположенной сеткой точек возвышения доступны на портале данных USGS Earth Explorer.

Более 12 терабайт данных было собрано при помощи двух радиолокационных сенсоров - SIR-C и X-SAR. В течение этого времени было собрано огромное количество информации о рельефе Земли с использованием радарной интерферометрии. Несмотря на то, что обработка данных продолжается, уже определенное количество информации доступно пользователям [63].

Для использования данных, доступных на портале данных USGS Earth Explorer, можно предварительно просмотреть их и скачать в форматах GRID или TIFF. Затем эти данные могут быть использованы в программном обеспечении ГИС, таком как ArcGIS или ArcExplorer Java Edition. В нашей работе мы применили программный пакет ArcGIS 10.8.2 (ESRI Inc.).

Текущей версией ArcGIS Desktop является **ArcGIS 10.8.2**, которая разработана компанией Environmental Systems Researching Institute (ESRI Inc.). Данное программное обеспечение используется для решения разнообразных ГИС-задач, как общего, так и узкоспециализированного профиля.

Гидросеть была построена при помощи инструментов гидрологического анализа, входящих в состав дополнительного модуля Spatial Analyst. Для этого использовали инструмент «Суммарный сток (Flow Accumulation)». Для преобразования гидросети в линейный класс пространственных объектов на используется инструмент «Водоток в пространственный объект (Stream to feature)».

С помощью инструмента «Изолинии (Contours)» в «Растровой модели поверхности» были построены изолинии через 50 метров.

Для получения гипсометрической карты ключевого участка (рисунок 9), входящей в серию карт ключевых показателей рельефа, представленной в пункте 3.2, была проведена переклассификация изначального растрового слоя.

При помощи инструмента из 3D Analyst «Уклон (Slope)» была построена карта крутизны склонов исследуемого участка. В SRTM нет пространственной привязки для Z-координат, и необходимо задать это значение самостоятельно. Для нашей территории мы выбрали значение Z-фактора 0,00001171, так как оно наиболее близко к территориям, расположенным на 40 градусах северной широты.

Экспозиция обрабатываемой ячейки определяется направлением ее плоских граней. Чем ниже значение уклона, тем более плоской является земная поверхность, а также чем выше значение уклона, тем более крутые склоны расположены на поверхности. Например, на карте крутизны склонов ключевого участка (рисунок 9) зеленым цветом обозначены поверхности земли с низкими значениями уклона, а красным - более крутые склоны с высокими значениями

Также с помощью инструмента из 3D Analyst «Экспозиция (Aspect)» была построена карту экспозиции склонов исследуемого участка (рисунок 11).

Инструмент «Экспозиция (Aspect)» поможет нам найти все южные уклоны на исследуемой горной территории, представляющие угрозу для возникновения опасных экзогенных геологических процессов.

Используя инструмент «Классификация (Classification)» в «Свойствах слоя» значения карт крутизны и экспозиции склонов были переведены в категории, а затем переклассифицированы в участки территорий по степени устойчивости при помощи инструмента «Переклассификация (Reclassification)» в модуле ArcGIS Spatial Analyst. Таким образом, в результате проведения оверлейной операции был получен суммирующий полигональный слой. В соответствии с ним были выделены территории с разной степенью устойчивости (устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые) к опасным экзогенным геологическим процессам.

Для расчета статистических данных был проведен анализ высот и сторон горизонта (относительно солнца), а также устойчивости опасных экзогенных геологических процессов при помощи инструмента «Переклассификация (Reclassification)» в модуле ArcGIS Spatial Analyst. Для этого сначала векторные полигональные слои трансформируются в растровые при помощи инструментов Spatial Analyst «Конвертация (Conversion)», «В растр (To raster)» и «Объекты в растр (Objects in raster)». А затем уже используется инструмент «Переклассификация (Reclassification)».

В полученных растровых слоях в таблице атрибутов высчитывается статистика, получают различные значения сумм, которые в дальнейшем используются для вычисления доли от общей площади (%). Итогом вышеперечисленных действий станут таблицы 2 и 3 в пункте 3.2 и таблица 5 в пункте 3.3.

### **3.2 Морфометрический анализ рельефа**

Научное направление геоморфологии - **морфометрия**, которое занимается исследованием количественных свойств рельефа земной поверхности с целью выявления и описания их геометрических характеристик [45].

**Морфометрический анализ рельефа** – это один из основных компонентов целого комплекса геоморфологических исследований, в котором важную роль играют количественные (размерные) характеристики, описывающие в полной мере форму рельефа [44].

Для изучения рельефа территории обычно измеряют различные параметры, такие как абсолютная и относительная высота форм рельефа, углы наклона склонов и их экспозиция, а также площадь, занятую положительными и отрицательными формами. Для обработки полученных данных используется определенная программа, которая вычисляет морфометрические показатели и коэффициенты, описывающие изучаемый рельеф. Измерения проводятся по топографическим картам или другим тематическим материалам, а для морфометрических целей реже используют аэрокосмические данные. Входящие в употребление цифровые модели местности дают широкие возможности для дальнейшего развития морфометрического анализа. Специальные процедуры анализа географически привязанных данных созданы для использования и обработки ГИС-технологий [45].

Помимо рельефа подробный морфологический анализ может рассказать историю происхождения, возраст геологических объектов и их связь, используя простую математику, географию и геологию. На сегодняшний день текущие методики исследования достаточно формализованы и позволяют получать важные геоморфологические выводы, включая определение районов с потенциально опасными экзогенными процессами.

С помощью программного пакета ArcGIS 10.8.2. (ESRI Inc.) была разработана серия карт, отражающих ключевые показатели рельефа на основе анализа SRTM-модели. В результате были созданы гипсометрическая карта, карта крутизны склонов и карта экспозиции склонов.



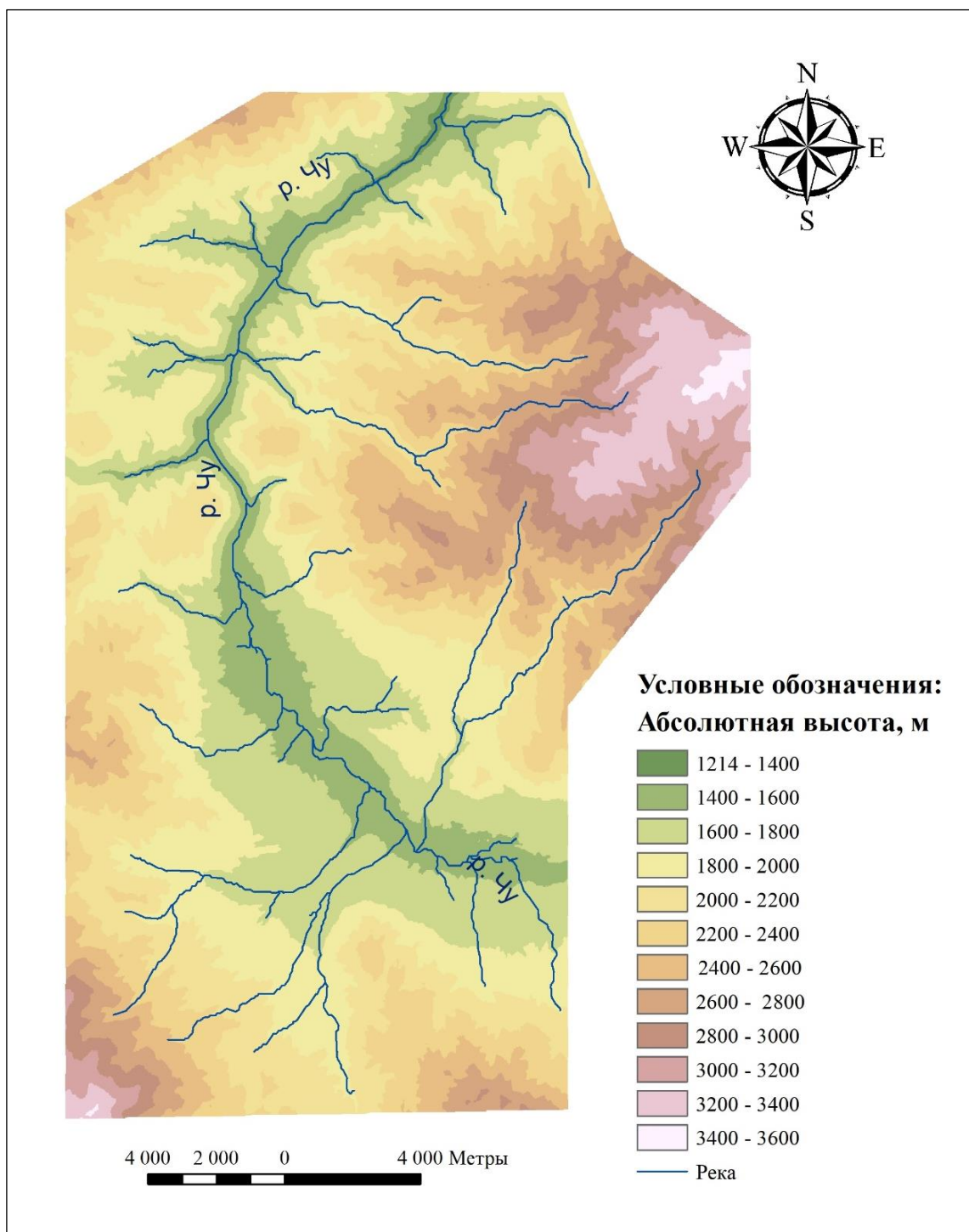


Рисунок 8 – Гипсометрическая карта исследуемого участка (составлена автором)

Гипсометрическая карта позволяет охарактеризовать рельеф изучаемого ключевого участка в целом (рисунок 8). Высоты на изучаемой территории колеблются в достаточно широких пределах. Минимальная высота на исследуемом участке составляет 1214 метров и приурочена к долине

основного водотока территории – реке Чу. Максимальной высоты в 3494 метров территория достигает в северо-восточной и небольшой участок в юго-западной части карты. Отсюда следует, что колебания высот территории достигают 2280 метров.

Изучая гипсометрическая карта, можно подразделить ее на три группы относительно высоты. Итак, первую группу открывают высоты от 1214 до 1800 метров расположенные главным образом вдоль поймы реки Чу.

Ко второй группе можно отнести высоты от 1800 до 2800 метров расположенные в основном по всей части карты. Они являются здесь преобладающими.

И, наконец, третьей группе принадлежат высоты от 2800 до 3600 метров, занимающие наименьшую территорию и расположившиеся преимущественно в юго-восточной части карты, а также небольшим участком в юго-западной.

С крутизной склонов связана активность гравитационных процессов, а также степень их прогрева. Анализ крутизны склонов позволит выделить участки наиболее вероятного образования опасных экзогенных процессов, характерных для Боомского ущелья.

Для типизации крутизны склонов на исследуемом участке была выбрана классификация В.К. Жучковой и Э.М. Раковской для горных стран [17].

Анализ высот ключевого участка был проведен с помощью инструмента переклассификации в модуле ArcGIS Spatial Analyst. Таблица 2 была построена на основе результатов переклассификации.

Таблица 2 – Распределение склонов по крутизне на исследуемой территории

Наименование поверхностей или склонов	Градусы	Доля от общей площади, %
Плоские и почти плоские поверхности	0-4	3,3
Пологие склоны	4-10	12,7
Покатые склоны	10-20	25,5
Склоны средней крутизны	20-30	26,2
Крутые склоны	30-45	30,1
Очень крутые склоны	45-60	2,1
Скалистые (обрывистые) склоны	60-90	0,003

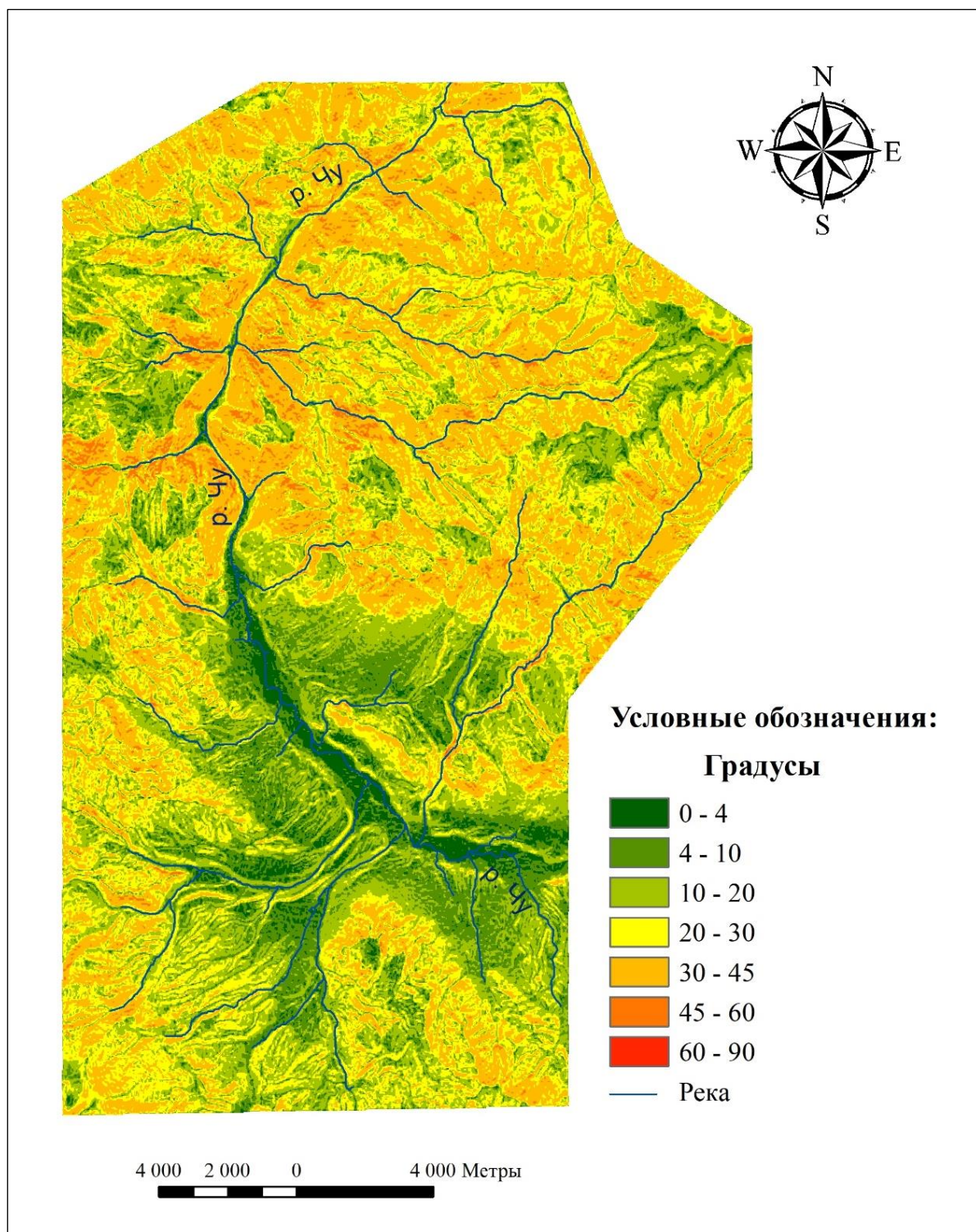


Рисунок 9 – Карта крутизны склонов исследуемого участка (составлена автором)

На рисунке 9 представлена карта крутизны склонов. Исток основного русла реки Чу занимает плоские и почти плоские поверхности, пологие и покатые склоны в районе 0-20 градусов, занимающие 41,5% с преобладанием обвально-осыпных процессов.

Далее река тянется вдоль склонов средней крутизны в районе 20-30 градусов, занимающие 26,2% с преобладанием оползневых процессов. Река, проходя дальше по склону, попадает в ущелье в более крутые, в районе 30-45 градусов уклоны, занимающие 30,1% с преобладанием селевых и обвально-осыпных процессов.

В районе притоков к основному руслу реки Чу также имеются очень крутые склоны выше 45 градусов, занимающие 2,1% исследуемого участка с преобладанием обвально-осыпных процессов.

Следует отметить, что для образования опасных экзогенных процессов критичны уклоны от 20 и более градусов, составляющие 58,4% от общей площади.

В целом такая обстановка свидетельствует о том, что данный район характеризуется активными современными опасными экзогенными процессами и при определенных условиях имеет потенциал к их возникновению.

Карта экспозиции склонов (рисунок 10) включает в себя полную картину распределения орографических характеристик на исследуемом участке. Ориентация по отношению к солнцу определяет общий фон солнечной радиации на каждом участке, скорость накопления и схода снега, перемещение воздушных масс и в результате определяет будущую растительность.

Анализ сторон горизонта ключевого участка относительно солнца был проведен с использованием инструмента переклассификации в модуле ArcGIS Spatial Analyst. Таблица 3 была построена на основе результатов переклассификации.

Проанализировав карту экспозиции склонов (рисунок 10), можно сказать, что большая часть исследуемой территории приходится на склоны южной экспозиции. Южные склоны более жаркие и сухие. Северные, наоборот, являются самыми холодными и сырыми, солнечные лучи проходят вскользь их поверхностей, почвенный покров слабо прогревается, что приводит к малому испарению и задержанию влаги, необходимой для питания

растений. Если же склоны ориентированы на восток, то своей максимальной температуры они будут достигать утром, а если на запад – то вечером.

Таблица 3 – Распределение склонов по экспозиции на исследуемой территории

<b>Наименование экспозиции склонов</b>	<b>Доля от общей площади, %</b>
Плоскость	0,02
Север	9,6
Северо-восток	13,4
Восток	8,3
Юго-восток	11,4
Юг	15,3
Юго-запад	12,2
Запад	9,3
Северо-запад	12,08

В следствии вышеупомянутого, склоны северной экспозиции намного меньше выгорают, чем склоны южной, т.е. на склонах с северной экспозицией произрастает большее количество растительности, что способствует укреплению склонов. В связи с этим на склонах южной экспозиции опасные экзогенные процессы протекают наиболее интенсивно.

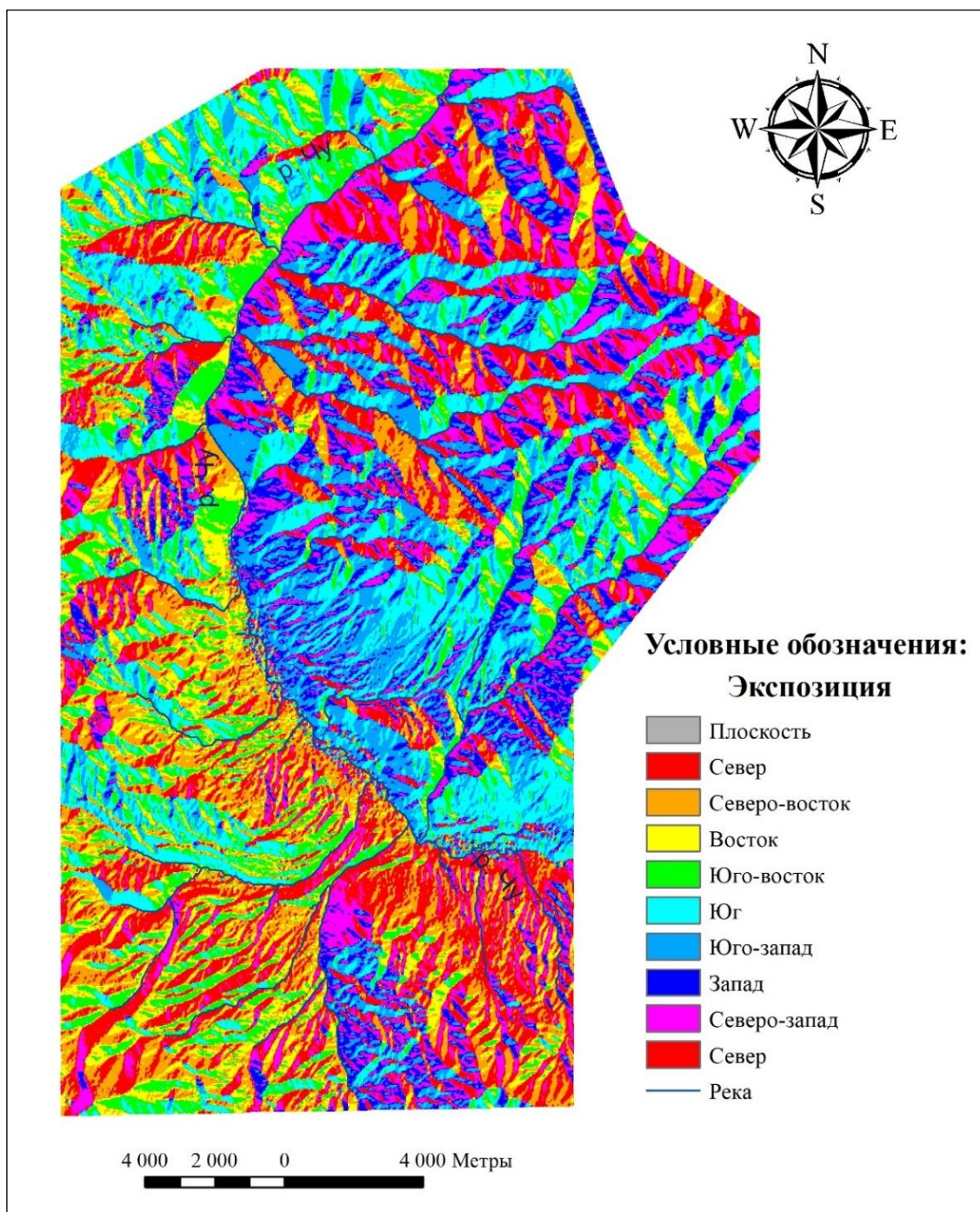


Рисунок 10 – Карта экспозиции склонов исследуемого участка (составлена автором)

### 3.3 Оценка устойчивости территории к возникновению опасных экзогенных геологических процессов

На заключительном этапе исследования была проведена оценка исследуемой территории по степени устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам.

При помощи инструмента «Классификация (Classification)» в «Свойствах слоя» наши значения карт крутизны и экспозиции склонов были переведены в категории. Критериями балльной оценки выделения категорий стали крутизна и экспозиция склонов, а также степень покрытия территории растительностью. В результате была получена шкала устойчивости территории, представленная в таблице 4.

Таблица 4 – Шкала устойчивости территории к опасным экзогенным геологическим процессам и критерии ее выделения

Балл	Устойчивость территории	Критерий выделения
3	неустойчивые	очень крутые склоны от 35 градусов и более;
		южная, юго-восточная и юго-западная экспозиции;
		отсутствие растительности.
2	среднеустойчивые	крутизна склонов от 15 до 35 градусов;
		восточная и западная экспозиции;
		разреженная растительность.
1	устойчивые	крутизна склонов менее 15 градусов;
		северная, северо-восточная и северо-западная экспозиции;
		хорошая задернованность территории.

Затем переклассифицируем категории в участки территорий по степени устойчивости при помощи инструмента «Переклассификация (Reclassification)» в модуле ArcGIS Spatial Analyst. Таким образом, в результате проведения оверлейной операции был получен суммирующий полигональный слой. В соответствии с ним были выделены территории с разной степенью устойчивости (устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые) к опасным экзогенным геологическим процессам.

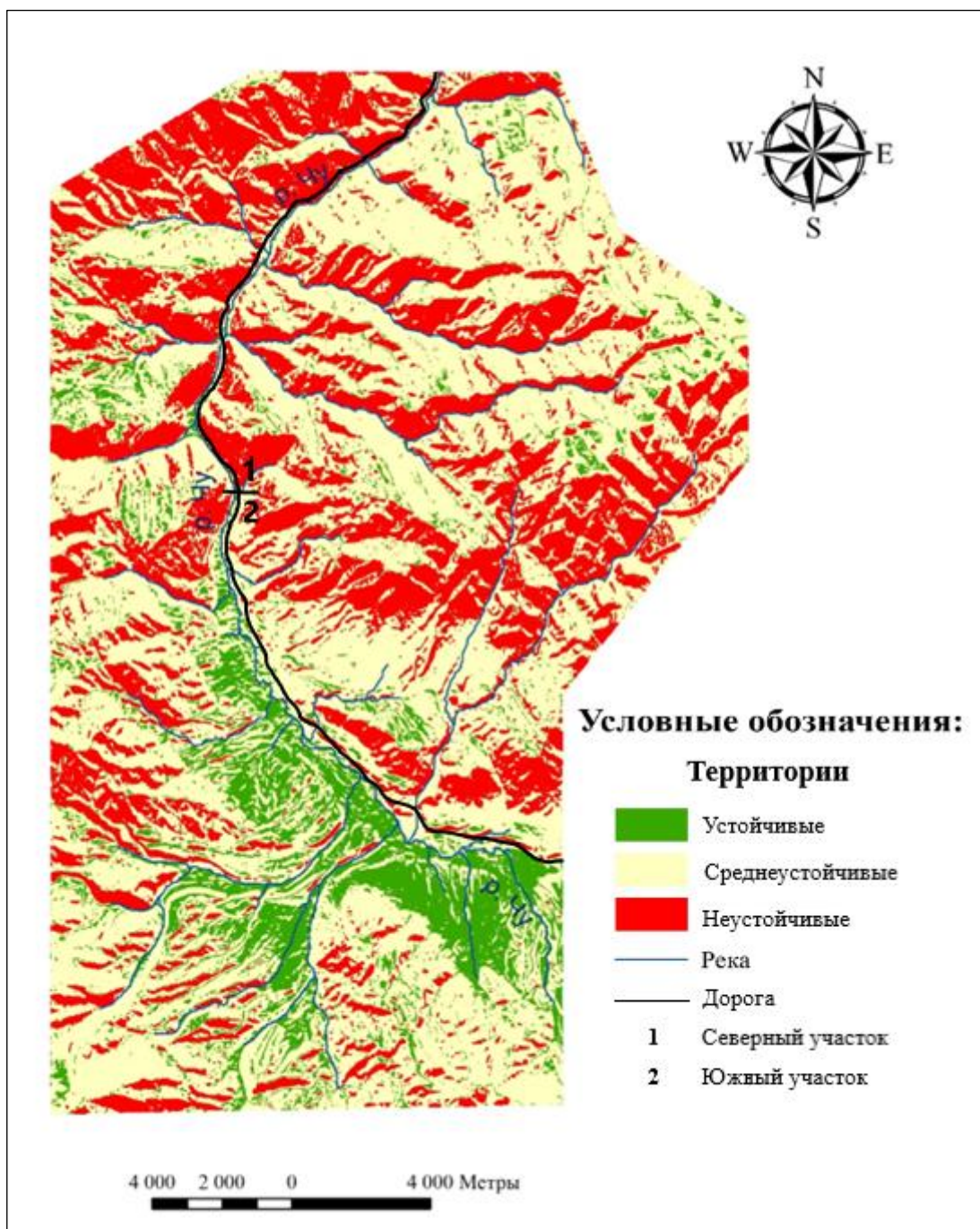


Рисунок 11 – Карта распределения территорий с разной степенью устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам в Боомском ущелье (составлена автором)

При помощи модуля Spatial Analyst был произведен анализ высот ключевого участка, используя инструмент переклассификации. В результате была сформирована таблица 5 на основе полученных данных переклассификации.



Таблица 5 – Распределение территорий с разной степенью устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам

Устойчивость территории	Доля от общей площади, %
Устойчивые	38,7
Среднеустойчивые	32
Неустойчивые	29,3

Проанализировав карту распределения территорий с разной степенью устойчивости к опасным экзогенным геологическим процессам (рисунок 11) и таблицу 4, можно условно разбить карту на 2 участка. Разделение участков местности на северные (участок 1) и южные (участок 2) происходило относительно устойчивости территории к опасным экзогенным геологическим процессам.

Следовательно, достаточно большая доля от общей площади – около 30% приходится на неустойчивые территории. Они занимают около одной трети всего исследуемого участка. В основном они сосредоточены на северном участке (участке 1) ущелья, в местах наиболее близкого соприкосновения крутых склонов с дорогой.

Наиболее опасные крутые склоны неустойчивых территорий приурочены главным образом к склонам южной экспозиции. А как нам уже известно южные склоны являются более жаркими и сухими по сравнению с северными. Следовательно, северные будут являться самыми холодными и сырыми, потому как солнечные лучи здесь проходят вскользь их поверхностей, а почвенный покров слабо прогревается. Все это приводит к тому, что задерживается большое количество влаги, которое ведет к малому испарению, необходимому для питания растений. В связи с этим на склонах южной экспозиции опасные экзогенные геологические процессы протекают наиболее интенсивно.

Опасные экзогенные геологические процессы на участке 1 главным образом протекают в виде селей и обвально-осыпных процессов.

Расположение наиболее крупных и повторяющихся селей показано на карте-схеме местоположения типичных селесборов Боомского ущелья за последние 60 лет (рисунок 7). В наш северный участок входят такие сели, как №2-Коморчек, №3-Кургактерек, №4-Сулутерек, №5-сай 42, 6-Кыз-Куйоо. Также в участок 1 входят обвально-осыпные процессы, расположенные у села Кыз-Куйоо. Горные породы здесь сложены в основном породами карбона, представленные песчаниками, конгломератами, алевролитами и линзами известняков. В следствии этого осыпных шлейфов на этом участке горных склонов нет.

На южном участке (участке 2) в большей степени преобладают устойчивые территории в сочетании со среднеустойчивыми, которые приурочены к южным склонам средней крутизны. Доля от общей площади составляет около 39% для устойчивых территорий и 32% – для среднеустойчивых. Устойчивые территории главным образом расположились на левобережных склонах северной экспозиции вдоль реки Чу. Склоны северной экспозиции выгорают намного меньше, чем склоны южной, потому как на них произрастает большее количество растительности, которая способствует укреплению склонов своими корнями.

Следует отметить, что на участке 2 фрагментарно встречаются неустойчивые территории, приуроченные к южной экспозиции наиболее крутых склонов.

На южном участке, как и на участке северном опасные экзогенные геологические процессы протекают наиболее интенсивно на склонах южной экспозиции.

Опасными экзогенными геологическими процессами на участке 2 являются сели и оползни. Среди наиболее крупных и повторяющихся селей, показанных на карте-схеме местоположения типичных селесборов Боомского ущелья за последние 60 лет (рисунок 7) в наш южный участок, входит сель №1-Кара-Жилга. Оползневые процессы развиты в основном на склонах средней крутизны в районе 20-30 градусов среднеустойчивых территорий.

Сопоставление выделенных участков территории по степени опасности возникновения экзогенных геологических процессов с современными наблюдаемыми процессами говорит о высокой сходимости результатов исследования, и подтверждает корректность полученных выводов.

### **3.4 Мероприятия по предотвращению опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье**

Для обеспечения безопасности людей и уменьшения социально-экономического ущерба необходимы эффективные меры против опасных экзогенных геологических процессов, которые широко распространены и имеют многообразие условий протекания. Специализированные организации должны изучать, мониторить и прогнозировать эти процессы, чтобы принимать соответствующие меры. Важно помнить, что такие процессы представляют значительную угрозу для жизни людей.

НИЦ "Геоприбор" НАН КР, Институт геологии НАН КР, Кыргызская комплексная гидрогеологическая экспедиция Госгеолагенства и Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли (ЦАИИЗ) в настоящее время проводят научные исследования по изучению опасных экзогенных геологических процессов, а также их мониторинг.

Для проведения мониторинга, прогнозирования и исследования опасных экзогенных процессов необходимо применять современные геоинформационные технологии и методы дистанционного зондирования.

Основными мерами, направленными на снижение опасности и рисков опасных экзогенных геологических процессов являются:

- Расширение и создание сети наблюдений (гидропосты, метеостанции);
- Для защиты от селей необходимо строить защитные сооружения, такие как селехранилища и защитные стенки (галереи). На участках автодороги Боомского ущелья уже построены галереи, но необходимо также построить их на селеопасных участках дороги, например, в месте расположения села Кыз-Куйоо. Галереи перекрывают путь и защищают от селей сверху и сбоку;

- Подготовка территории, которая включает в себя расчистку русел рек, укрепление берегов и организацию селезащитных сооружений;
- Для обеспечения безопасности жильцов, работников и посетителей следует строить жилые дома, социально-культурные объекты и производственные здания на расстоянии от склонов, состоящих из слабых по прочности горных пород, которые могут просесть;
- При строительстве автодорог, каналов, арыков и других инженерных и хозяйственных сооружений устанавливается максимальное ограничение на подрезку склонов;
- Предупреждение малых обвалов и осыпей искусственным обрушением склонов при помощи взрывов небольшой мощности или путем забивки клиньев в трещины обвалоопасной породы [32];
- Для предотвращения схода селей и оползней и закрепления склона используются посадки деревьев. Зеленые насаждения играют важную роль в обеспечении безопасности территории благодаря своей способности уравнивать неблагоприятные факторы природного и техногенного происхождения. Для создания посадок используются различные виды древесной и кустарниковой растительности, такие как арча, дикая яблоня и шиповник, выбранные из наиболее приспособленных к району посадок. Эти виды деревьев могут снизить воздействие стихийных бедствий или замедлить их развитие. Посадка саженцев имеет преимущества, такие как защита от чрезвычайных ситуаций природного характера, озеленение территории и использование деревьев в хозяйственных нуждах населения, проживающего в предгорных районах [33].

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования;
- определить ресурсную, финансовую, бюджетную эффективность исследования.

Исследования проводились в Боомском ущелье (Республика Кыргызстан). Исследование проводилось с целью анализа и оценки развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье. В качестве объекта исследования было выбрано Боомское ущелье.

## 4.1 Предпроектный анализ

### 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. В перспективе основными потребителями результатов данной работы будут Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики (МПРЭТН КР), научно-исследовательские организации. Как выглядит сегментирование в случае данного метода, представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики	Разработка мер по предотвращению и ликвидации опасных экзогенных геологических процессов
Научно-исследовательские организации	Анализ и мониторинг опасных экзогенных геологических процессов

В таблице 7 представлена информация о цели и результатах проекта, и критериях достижения целей.

Таблица 7 – Цель и результаты проекта

<u>Цель проекта:</u>	Анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье
<u>Ожидаемые результаты проекта:</u>	Анализ опасных экзогенных геологических процессов
<u>Критерии приемки результата проекта:</u>	Доступность
	Удобство и простота использования
	Надёжность
	<u>Требование:</u>
<u>Требования к результату проекта:</u>	Соблюдение требований к документации
	Стоимость проекта должна быть сопоставима по цене с аналогичными, или быть ниже

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В связи с постоянным движением рынка анализ производства конкурента требуется проводить поэтапно. Исследуем предлагаемое технологическое решение с конкурентами, которые актуальны на рынке. В качестве конкурентных решений примем:

- Японская компания «TOKYO ROPE MFG.CO., LTD.» по возведению и установке защитных конструкций от лавин, селей и камнепадов;
- Строительная компания «Авангард Стиль»;
- Строительная компания «Альфа Строй».

Оценим разработки по выбранным техническим и экономическим критериям по пятибалльной шкале. Результат анализа сведем в таблицу 8.

Таблица 8 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Выход продукта	0,12	4	5	5	0,48	0,60	0,60
2. Качество продукта	0,12	4	4	5	0,48	0,48	0,60
3. Эффективность использования сырья материалов	0,09	5	4	5	0,45	0,36	0,45
4. Энергоэкономичность	0,09	5	3	2	0,45	0,27	0,18
5.Износостойкостьоборудования	0,08	3	5	4	0,24	0,40	0,32
6. Безопасность персонала	0,08	5	5	4	0,40	0,40	0,32

Продолжение таблицы 8

7. Экологичность	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
8. Простота реализации	0,05	5	3	2	0,25	0,15	0,10
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Стоимость оборудования	0,09	4	4	2	0,36	0,36	0,18
2. Стоимость сырья	0,10	5	3	3	0,50	0,30	0,30
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
4. Уровень проникновения на рынок	0,04	5	2	1	0,20	0,08	0,04
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>4,37</b>	<b>4,10</b>	<b>3,65</b>

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 4,37 \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что разработка более конкурентоспособна и ресурсоэффективна. Проведение проекта целесообразно, так как он обладает рядом преимуществ: универсальность, безопасность, быстрота и простота в эксплуатации.

#### 4.1.3 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней



среде, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Отсутствие подобного исследования на территории области; С2. Достаточно высокая точность результатов; С3. Экологичность проведенных исследований; С4. Наличие бюджетного финансирования; С5. Квалифицированный персонал; С6. Безопасность населения; С7. Увеличение потока туристов.	Сл1. Удаленность территории объекта исследования; Сл2. Погрешность методов анализа;  Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации; Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой; Сл5. Большое влияние на экосистему территории.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Финансирование проекта за счет государства; В2. Появление дополнительного спроса на исследования.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов; У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 10 – 13.

В интерактивной матрице каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		<b>Сильные стороны проекта</b>						
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
<b>Возможности проекта</b>	B1	+	+	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	-	-	-	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	+	-	+
	B2	0	-	+	-	-

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта									
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
	У1	-	-	-	-	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-	+	+	+	+

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	+	-	+
	У2	+	0	+	+	+

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа. Результаты анализа представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>
	<p>C1. Отсутствие подобного исследования на территории области;</p> <p>C2. Достаточно высокая точность результатов;</p> <p>C3. Экологичность проведенных исследований;</p> <p>C4. Наличие бюджетного финансирования;</p>	<p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования;</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа;</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации;</p>

Продолжение таблицы 14

	<p>финансирования;  С5. Квалифицированный персонал;  С6. Безопасность населения;  С7. Увеличение потока туристов.</p>	<p>Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой;  Сл5. Большое влияние на экосистему территории.</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Финансирование проекта за счет государства;  В2. Появление дополнительного спроса на исследования.</p>	<p><b>Направления развития</b>  В1С5С3С2. Финансирование проекта за счет государства позволяет подобрать квалифицированный персонал, который экологично проведет исследования и в последующем даст достаточно высокую точность результатов.  С4С1В2. Наличие бюджетного финансирования и отсутствие подобного исследования на территории области приведет к появлению дополнительного спроса на исследования.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b>  Сл4В1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой может привести к полному или же частичному отсутствию финансирования проекта за счет государства.</p>
<p><b>Угрозы</b>  У1. Снижение стоимости разработок конкурентов;  У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>	<p><b>Угрозы развития</b>  У1С3С6. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, мы проводим исследования экологично, безопасно для населения.</p>	<p><b>Уязвимости</b>  Сл3У2Сл2. Так как для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства может привести к погрешностям методов анализа.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории

уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 15).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 15 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5

Продолжение таблицы 15

6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	5
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	<b>61</b>	<b>59</b>

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (2)$$

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. В итоге получилось, что разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

#### **4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

#### **4.2 Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 16).

Таблица 16– Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики (МПРЭТН КР)	Получение анализа и оценки развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье

В таблице 17 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 17 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Анализ и оценка развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Проанализировать и обозначить территории устойчивые к опасным экзогенным геологическим процессам
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Найти какие именно опасные экзогенные геологические процессы преобладают на данной территории, подкрепляя доказательствами
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Найти дополнительную литературу по теме исследования, сделать литературный обзор
	Построить тематические карты (гипсометрическая карта, карта экспозиции и карта уклонов) с помощью программного пакета ArcGis 10.8
	Провести анализ тематических карт

В таблице 18 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 18 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Соболева Н.П., НИ ТПУ, доцент, к.г.н., ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Талантбекова А.А., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, построение тематических карт (гипсометрическая карта, карта экспозиции и карта уклонов) с помощью программного пакета ArcGis 10.8, анализ данных, написание работы	1600
<b>ИТОГО:</b>				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также

«границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 19).

Таблица 19 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	347142,7
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2021-31.05.2023
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2021
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2023

### **4.3 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.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

#### **4.3.1 Иерархическая структура работ проекта**

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 12).





Рисунок 12 – Иерархическая структура работ



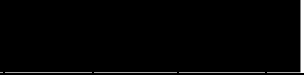


#### 4.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (табл. 20, 21).

Таблица 20 – Календарный план проекта

<b>Название</b>	<b>Длительность, дни</b>	<b>Дата начала работ</b>	<b>Дата окончания работ</b>	<b>Состав участников</b>
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.21	07.09.21	Талантбекова А.Т, Соболева Н.П.
Согласование плана работ	7	08.09.21	15.09.21	Талантбекова А.Т, Соболева Н.П.
Литературный обзор	138	16.09.21	31.01.22	Талантбекова А.Т.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292	01.02.22	20.12.22	Талантбекова А.Т, Соболева Н.П.
Написание отчета	162	21.12.22	31.05.23	Талантбекова А.Т.
<b>Итого:</b>	<b>606</b>			

Таблица 21 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2021				2022												2023							
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май			
Утверждение темы магистерской диссертации	7																								
Согласование плана работ	7																								
Литературный обзор	138																								
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292																								
Написание отчета	162																								



- Талантбекова А.Т.



- Талантбекова А.Т., Соболева Н.П.

### 4.3.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- Материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- Специальное оборудование для научных работ;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы НИР.

#### **Расчет материальных затрат научно-технического исследования**

Материальные затраты – это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при выполнении ВКР. Результаты расчета затрат представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	2	40,0	80,0
Ручка шариковая	3	31,0	93,0
Ластик	2	20	40,0
Лист А4	150	2	300,0
Картридж для лазерного принтера	1	3490	3490,0
Всего за материалы		4003,0	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			200,15
<b>Итого по статье</b>			<b>4203,15</b>

#### **Расчет специального оборудования для научных (экспериментальных) работ**

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался Ноутбук «HUAWEI Mate Book D 15». Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 23 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Амортизационные отчисления, руб.
1	Ноутбук «HUAWEI Mate Book D 15»	1	75000,0	75000,0	10312,5
<b>Итого, руб.:</b>				<b>75000,0</b>	<b>10312,5</b>

### Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании (таблица 23) учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m \quad (4)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года, а период использования 5 месяцев:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 75000}{12} \cdot 5 = \frac{123750}{12} = 10312,5 \text{ руб.}$$

### Основная заработная плата исполнителей

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p \quad (5)$$

где  $Z_{он}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.19).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_0} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.} \quad (6)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_0$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_0} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

- для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_0) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (7)$$

- для инженера:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

где  $Z_{mc}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{np}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_{\partial}$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 24 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Расчет основной заработной платы исполнителей представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{mc}$ , руб	$k_{np}$	$k_{\partial}$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{\partial n}$ , руб	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	13,5	28988,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	68,5	119402,4
<b>Итого:</b>								<b>148391</b>

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

➤ для руководителя:

$$Z_{\partial n} = k_{\partial n} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 28988,6 = 4348,3 \text{ руб.} \quad (8)$$

➤ для инженера:

$$Z_{\partial n} = k_{\partial n} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 119402,4 = 17910,4 \text{ руб.}$$

где  $k_{\partial n}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

### Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

➤ для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (28988,6 + 4348,3) = 10001,1 \text{ руб.} \quad (9)$$

➤ для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (119402,4 + 17910,4) = 41193,8 \text{ руб.}$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

### Накладные расходы

Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$С_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,8 \cdot (148391 + 17910,4) = 133041,12 \quad (10)$$

где  $K_{накл}$  – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости научно-исследовательской работы по форме, приведенной в таблице 26. Таким образом, затраты проекта составляют **434088,87 руб.**

Таблица 26 – Затраты научно-исследовательской работы

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Материальные затраты НИР	4203,15
2	Затраты на специальное оборудование	75000,0
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148391
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22258,7
5	Отчисления во внебюджетные фонды	51194,9
6	Накладные расходы	133041,12
<b>Бюджет затрат НИР</b>		<b>434088,87</b>



#### 4.3.4 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 13.



Рисунок 13 – Проектная структура проекта

#### 4.3.5 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 27).

Таблица 27 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

#### 4.3.6 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.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 28.

Таблица 28 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

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

##### 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).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (11)$$

где: ЧДП<sub>опt</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 29. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25 %**, норма амортизации - 10 %.  $Ag = \text{Сперв} * \text{На} / 100$ , себ=**434088,87 р.**, **Выручка=себестоимость\*1,25.**

Таблица 29 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	<b>542611,087</b>	<b>542611,087</b>	<b>542611,087</b>	<b>542611,087</b>
2	Итого приток, руб.	0	542611,087	542611,087	542611,087	542611,087
3	Инвестиционные издержки, руб.	<b>-434088,87</b>	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	151931,104	151931,104	151931,104	151931,104
5	Налогооблагаемая прибыль (1-4)	0	390679,983	390679,983	390679,983	390679,983
6	Налоги 20 %, руб. (5*20%)	0	78135,996	78135,996	78135,996	78135,996
7	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	312543,987	312543,987	312543,987	312543,987

Продолжение таблицы 29

8	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль+амортизация)	-434088,87	322856,487	322856,487	322856,487	322856,487
9	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
10	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб. ( $9*10$ )	-434088,87	<b>268939,4</b>	<b>224062,4</b>	<b>186611,04</b>	<b>155616,8</b>
11	<b><math>\Sigma</math> ЧДД</b>	<b>835229,64 руб.</b>				
12	<b>Итого NPV, руб.</b>	<b>401140,77 руб.</b>				

$$NPV = 835229,64 \text{ руб.} - 434088,87 = 401140,77 \text{ руб.} > 0$$

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (12)$$

где:  $i$  – ставка дисконтирования, 20 %;

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет **401140,77** рублей, что позволяет судить об его эффективности.

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

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1 \quad (13)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{835229,64}{434088,87} = 1,92$$

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 30 и на рисунке 14.

Таблица 30 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-434088,87	322856,487	322856,487	322856,487	322856,487	
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	

Продолжение таблицы 30

	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-434088,87	293476,55	266679,46	242465,22	220510,98	1133510
	0,2	-434088,87	268939,45	224062,40	186611,05	155616,83	801261,4
	0,3	-434088,87	248276,64	191131,04	146899,70	112999,77	560923,2
	0,4	-434088,87	230519,53	164656,81	117519,76	83942,69	379385,1
	0,5	-434088,87	215345,28	143348,28	95242,66	63925,58	240091,7
	0,6	-434088,87	201785,30	125914,03	78776,98	49397,04	130483,7
	0,7	-434088,87	189839,61	108156,92	65539,87	36159,93	31151,55
	0,8	-434088,87	179508,21	99762,65	55208,46	30671,37	-29932
	0,9	-434088,87	169822,51	89431,25	47137,05	24859,95	-89873,9
	1,0	-434088,87	161428,24	80714,12	40357,06	20017,10	-140682

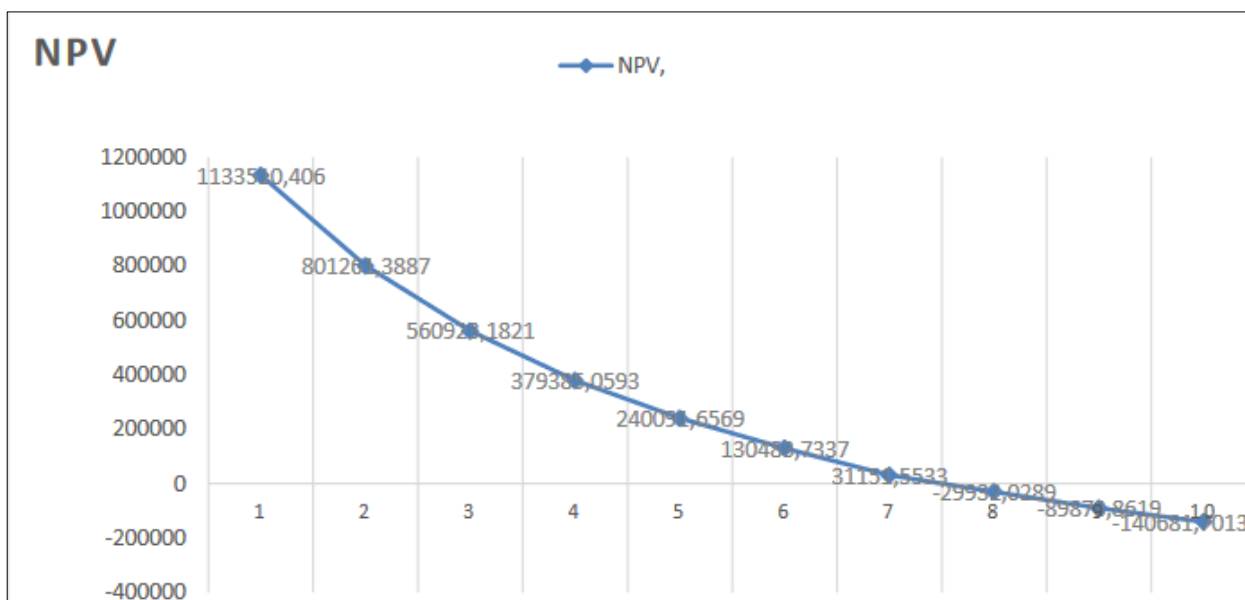


Рисунок 14 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

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 0,72.

$IRR > i$ , проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта:  $72\% - 20\% = 52\%$

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

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

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 31).

Таблица 31 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,20$ ), руб.	-434088,87	268939,4	224062,4	186611,04	155616,8
2	То же нарастающим итогом, руб.	-434088,87	-165149,47	58912,93	127698,11	27918,69
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DPР_{диск} = 1 + (165149,47 / 224062,4) = 1,7$ года				

**Социальная эффективность научного проекта** учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 32).

Таблица 32 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации опасных экзогенных геологических процессов на территории исследования	После получения данных разработать и проанализировать опасные экзогенные геологические процессы
Нехватка обширных и достоверных данных по природным объектам на территории исследования	Обобщены и структурированы данные по природным объектам на территории исследования
Антропогенное воздействие на окружающую среду	Оценка и оптимизация антропогенного воздействия

### Оценка сравнительной эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.



Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- Японская компания «TOKYO ROPE MFG.CO., LTD.» по возведению и установке защитных конструкций от лавин, селей и камнепадов;
- Строительная компания «Авангард Стиль»;
- Строительная компания «Альфа Строй».

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

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

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 311171,04$  руб,  $\Phi_{\text{исп.1}} = 317405,28$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 331019,2$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{\Phi_{\text{текущ.проект}}}{\Phi_{\text{исп.2}}} = \frac{311171,04}{331019,2} = 0,93;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{исп.2}}} = \frac{331019,2}{331019,2} = 1,0$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{исп.2}}} = \frac{317405,28}{331019,2} = 0,96$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (15)$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 33).

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Текущий проект</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	3
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	5	5
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>4,65</b>	<b>3,95</b>	<b>3,85</b>

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 3,95;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 3,85.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}} \quad (16)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,93} = 5, \quad I_{исп.2} = \frac{3,95}{0,96} = 4,11, \quad I_{исп.3} = \frac{3,85}{1} = 3,85.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 34).

Таблица 34 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,95	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	5	4,11	3,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,82	0,77

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

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная **401140,77** руб.; индекс доходности  $PI=1,92$ , внутренняя ставка доходности  $IRR=72\%$ , срок окупаемости  $PP_{дск} = 1,7$  года.

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

## Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет **434088,87** руб.;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

- значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,93, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;
- значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,95 и 3,85;
- значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5, по сравнению с 4,11 и 3,85, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

Социальная ответственность – это ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

Выпускная квалификационная работа посвящена анализу и оценке развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье (Республика Кыргызстан) с помощью программного пакета ArcGIS 10 (ESRI Inc.). В связи с этим в данном разделе ВКР проведен анализ возможных опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при работе за персональным компьютером и даны рекомендации по обеспечению производственной безопасности.

В данном разделе рассмотрен вариант чрезвычайной ситуации на объекте, который может возникнуть при несоблюдении инструкций. Также рассматривается деятельность инженера-эколога с точки зрения безопасности жизнедеятельности в соответствии с трудовым законодательством.

Важнейшей задачей при работе за персональным компьютером является соблюдение всех правил и требований производственной и экологической безопасности.

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

#### **5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ [52] время, в течении которого работник должен исполнять свои трудовые обязанности, не может превышать 40 часов в неделю. При такой рабочей неделе максимально допустимая продолжительность смены для работника не может превышать 8 часов.

При трудоустройстве работодателю предоставляются необходимые персональные данные работника. Их обработка, хранение и использование осуществляется исключительно в целях обеспечения соблюдения законов и иных нормативных правовых актов. Доступ к персональным данным работникам должен быть только у специально уполномоченных лиц. Передача данных третьей стороне возможна только с письменного согласия работника.

Доступ к полной информации о своих персональных данных, исключение, исправление неверных или неполных данных являются правомерными действиями работника. Заработная плата каждого работника устанавливается индивидуально, в зависимости от его квалификации, сложности выполняемых работ, затраченного времени и других факторов. Минимальная оплата труда не может быть ниже прожиточного минимума населения. Работники, занятые на работах с вредными или опасными условиями труда, а также в местностях с особыми климатическими условиями, получают оплату труда в повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда составляет 4 процента тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.

Государство (ст. 147 ТК РФ) устанавливает гарантии и компенсации за вредные условия труда. К ним относятся: уменьшение рабочего времени, дополнительный отпуск, доплаты и компенсационные выплаты, досрочный выход на пенсию, обязательное своевременное проведение медосмотров, выдача молока или лечебного питания.

Социальное страхование является обязательным способом защиты населения в Российской Федерации. К нему относятся страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, страхование на случай временной нетрудоспособности, пенсионное страхование и другие. Цель данной системы защиты граждан компенсировать или минимизировать последствия изменения материального или социального положения граждан в случаях, предусмотренных законодательством РФ.

### **5.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ [11] необходимо правильно организовать рабочее место работника. Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ (требуемая точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей).

Рассматривая рабочую зону, оснащенную персональным компьютером (ПК), предъявляются следующие требования:

- Рабочие места с ПК в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинках с организованным воздухообменом.
- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм.
- Необходимое пространство для ног: высота от 600 мм, ширина – не менее 500 мм, глубина на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.
- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики.

## 5.2 Производственная безопасность

В разделе «производственная безопасность» будут проанализированы потенциально опасные и вредные производственные факторы, при использовании персонального компьютера для оценки и анализа развития опасных экзогенных геологических процессов в Боомском ущелье.

К вредным производственным факторам относят факторы, влияние которых на работников может повлечь их заболевание, снижение уровня работоспособности или отрицательное воздействие на будущее потомство.

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

Таблица 35 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочих местах, использующих ПК

<b>Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ)</b>	<b>Нормативные документы</b>
Отклонение показателей микроклимата в помещении	Требования к отклонению показателей климата устанавливаются в СанПиН 2.2.4.548– 96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [39].
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	Требования к защите от повышенного уровня шума устанавливаются ГОСТ 12.1.003- 2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [7].
Повышенный уровень электромагнитных полей	Требования к защите от повышенного уровня электромагнитных полей устанавливаются ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности [8].
Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[49].
Пожаровзрывоопасность	Требования к возникновению пожара или взрыва устанавливаются в ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования [9].
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	Требования к электробезопасности устанавливаются в ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.



## 5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

### 5.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. При работе могут наблюдаться отклонения показателей микроклимата: повышенная или пониженная температура воздуха или поверхностей в рабочей зоне, отклонение показателей относительной влажности и скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения. Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на самочувствие человека и его работоспособность. Рассмотрим оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в холодное и теплое время года при работе средней тяжести.

Таблица 36 — Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах, использующих ПК

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Если $t^{\circ} < t^{\circ}_{\text{опт}}$	Если $t^{\circ} > t^{\circ}_{\text{опт}}$
Холодный	Ia	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19,0 - 26,0	15 - 75	0,1	0,1
	Iб	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	Ia	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	20,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,2
	Iб	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

Категории Ia соответствует данной работе с интенсивностью энергозатрат 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Общая площадь рабочего помещения составляет  $42 \text{ м}^2$ , объем составляет  $147 \text{ м}^3$ . По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют  $6,5 \text{ м}^2$  и  $20 \text{ м}^3$  объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более  $40 \text{ м}^3$  [48]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет  $42 \text{ м}^3$ , из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до  $100^\circ\text{C}$ , а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно [12]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [6].

Нормализация метеорологических условий производственной среды является способом коллективной защиты работников. В данный процесс входит установка вентиляции, отопления и кондиционирования в рабочей зоне. От теплового излучения необходима защита расстоянием, путем перевода управления в дистанционный вид с помощью механизации и автоматизации производственных процессов. Также способом защиты является обеспечение оптимального режима работы. К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, обувь, средства защиты рук, головы, лица и глаз.

### 5.2.1.2 Повышенный уровень шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА [40].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения.

Средства индивидуальной защиты:

- применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### 5.2.1.3 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В [13].

Максимально допустимые параметры электромагнитного поля в зависимости от диапазона частоты согласно ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ представлены в таблице 37 [8].

Таблица 37 — Допустимые значения электромагнитного излучения [8]

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	от 0,06 до 3	св. 30 до 300
Е <sub>пд</sub> , В/м	500	300	80
Н <sub>пд</sub> , А/м	50	-	-
ЭН <sub>Епд</sub> , (В/м) <sup>2</sup> ·ч	20000	7000	800
ЭН <sub>Нпд</sub> , (А/м) <sup>2</sup> ·ч	200	-	-

В ходе работы использовалась ПЭВМ типа «HUAWEI MateBook D 15» со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76) [39].

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по ОСТ 54 30013-83):

- до 10 мкВт./см<sup>2</sup>, время работы (8 часов);
- от 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 2 часов;
- от 100 до 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

К общим и индивидуальным средствам защиты от электромагнитных полей относятся экраны, выполненные из металлических материалов, одежда (халаты, фартуки, комбинезоны, костюмы), изготовленная из отражающей металлизированной х/б ткани); защитные очки, щитки и др., покрытые тонкой токопроводящей пленкой.

#### **5.2.1.4 Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения**

В темное время суток, а также в закрытых помещениях, света может быть недостаточно. В связи с этим, применяется искусственное освещение. От уровня освещенность зависит зрение работника, его сопротивляемость усталости и нагрузкам. Средняя горизонтальная освещенность в кабинетах и офисных помещениях должна быть не менее 300 лк. В различных цехах и технических помещениях освещенность варьируется от 100 до 300 лк. При проведении земляных работ не менее 10 лк. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ:

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы

видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенны.

Таблица 38 — Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения для рабочих мест, использующих оборудования ПК [49]

Помещение	Плоскость (Г - горизонтальная, В - вертика)	Естественное освещение, КЕО, $e_n$ %	Совмещенное освещение, КЕО, $e_n$ %	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Объемный показатель	Коэффициент пульсации освеще

	льная) норми- рования освещен- ности и КЕО, высота плоскос ти над полом, м	при верхнем или комбин и рованно м освещен и и	при боко- вом осве- щени и	при верх- нем или комб и- ниро- ванно м осве- щени и	при боко- вом осве- щени и	при комб и- ниро ванно м осве- щени и	при обще м осве- щени и	диско м- форта UGR, не более	н- ности, %, не более
Кабине ты	Г-0,0	3, 0	1,0	1,8	0,6	300	-	-	

### 5.2.1.5 Пожаровзрывоопасность

Опасные факторы пожара — пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация продуктов горения, пониженная концентрация кислорода. После пожара может произойти взрыв, который также является опасным производственным фактором.

Воздействие пламени на человека может привести к термическому ожогу. Повышенная температура вызывает ожоговые поражения дыхательных путей и кожи человека. Токсичные продукты горения отравляют человека оксидами углерода и другими соединениями, вызывая кислородное голодание – головную боль, слабость, головокружение, и при длительном воздействии приводит к гибели человека.

Опасные факторы взрыва: ударная волна, пламя, обрушивающиеся конструкции, выделяющиеся вредные вещества. Противодействие пожарам осуществляется в процессе обеспечения пожарной безопасности.

Помещение по степени пожароопасности относится к классу В-4, так как

в нем отсутствует выделение пыли и волокон во взвешенном состоянии.

Возникновение пожара при работе с ПК может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Причины возникновения пожара неэлектрического характера может быть халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня). Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. К первичным средствам пожаротушения относятся все виды переносных и передвижных огнетушителей, оборудование пожарных кранов, ящики с порошковыми составами (песок, перлит), а также огнестойкие ткани (асбестовое полотно, кошма, войлок).

#### Требования к персоналу на рабочих местах:

- Работники допускаются к работе только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности. Обучение работников мерам пожарной безопасности осуществляется путем проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума;
- Вся территория постоянно содержится в чистоте и порядке. Мусор и другие отходы должны убираться;
- Запрещается курение на территории. Курить разрешается только в отведенных местах для курения;
- Запрещается применять для освещения факелы, свечи, керосиновые фонари и другие источники открытого огня;
- Нагревательные приборы, не оснащенные автоматикой, оставлять без присмотра запрещено;
- По окончании работы ответственные за пожарную безопасность осматривают помещение, территорию.



### 5.2.1.6 Электробезопасность

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц.

Согласно ПУЭ (7-е изд.) [35], рабочее место относится к категории помещения – без повышенной опасности. Так как в ней учтены все необходимые правила по электробезопасности, это сухое помещение без повышенного напыления, температура воздуха нормальная, пол покрыт изоляционным материалом. Влажность воздуха не превышает 75%, отсутствует токопроводящая пыль, температура не превышает 35°С.

Для предотвращения электрических травм работника, в первую очередь, необходимо регулярно обслуживать действующие электроустановки, проводить своевременный ремонт, монтаж и профилактические работы. Меры по обеспечению электробезопасности зависят от категории производственного помещения. Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Каждому работнику необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);

- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.
- Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:
- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;
- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

- Заземление электрического оборудования;
- Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов;
- Зануление источников напряжения;
- Применение разделительных трансформаторов.

Средства индивидуальной защиты: использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

### **5.2.2 Расчет системы искусственного освещения**

Дано:

- помещение длиной  $A=20$  м, шириной  $B=10$  м и высотой  $H=4,5$  м;
- высота рабочей поверхности  $h_{рП} = 0,8$  м;
- коэффициент отражения стен  $R_C = 30$ ;
- коэффициент отражения потолка  $R_{П} = 50$ ;
- коэффициент запаса  $k = 1,5$ ;
- коэффициент неравномерности  $= 1,1$ ;
- расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_C = 0,5$  м.

Выберем люминесцентные светильники типа ОД: интегральный критерий оптимальности расположения светильников  $\lambda = 1,4$ .

Рассчитаем *расчетную высоту светильника над рабочей поверхностью*

по формуле:

$$h = H - h_{\text{рп}} - h_{\text{с}}, \quad (17)$$

где  $h$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью, м;

$H$  – высота помещения, м;

$h_{\text{рп}}$  – высота рабочей поверхности над полом, м.

$$h = 4,5 - 0,8 - 0,5 = 3,2 \text{ м}$$

Рассчитаем *расстояние между светильниками:*

$$L = \lambda \cdot h, \quad (18)$$

где  $L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами, м;

$\lambda$  – интегральный критерий оптимальности расположения светильников;

$$L = 1,4 \cdot 3,2 = 4,48 \text{ м}$$

Рассчитаем *расстояние от крайних светильников до стены* по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{4,48}{3} = 1,49 \text{ м} \quad (19)$$

Рассчитаем индекс помещения по формуле:

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

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОД мощностью 65 Вт (с длиной 1,23 м и шириной 0,29 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 40$

Коэффициент использования светового потока составляет  $\eta = 57 \% = 0,57$

Определяем световой поток лампы по формуле:

$$\varphi = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot k \cdot Z}{N \cdot n} = \frac{300 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{40 \cdot 0,57} = 4342,1 \text{ Лм} \quad (21)$$

Выбираем ближайшую подходящую стандартную лампу ЛХБ 65 Вт с потоком  $\Phi_{\text{л.стан}} = 4400 \text{ Лм}$ .

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10 \% \leq \frac{\Phi_{\text{л.стан}} - \Phi_{\text{л.раст}}}{\Phi_{\text{л.стан}}} * 100 \% \leq +20 \% \quad (22)$$

$$-10 \% \leq \frac{4400 - 4342,1}{4400} * 100 \% \leq +20 \%$$

$$10 \% \leq 1,3 \% \leq +20 \%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки по формуле:

$$P = 65 \cdot 40 = 2600 \text{ Вт} \quad (23)$$

### 5.3 Экологическая безопасность

#### 5.3.1 Защита атмосферы

ПВЭМ во время работы ионизируют воздух, тем самым в воздухе повышается концентрации мелких частиц и пыль. Также во время работы ПВЭМ с высокими вычислительными мощностями имеет место быть нагрев воздуха и всего помещения, поэтому необходимо обеспечить хороший воздухообмен и регулирование температурного режима.

Мероприятием для уменьшения воздействия на атмосферу служит своевременная влажная уборка помещения.

#### 5.3.2 Защита гидросферы

Загрязнение гидросферы связано со сбросами сточных вод в канализационные системы и в водоемы различного назначения. **Загрязнение сточных вод человеком** продуцирует значительное количество стоков, которые отводятся или в централизованные, или в автономные канализационные системы, и далее подлежат очистке и сбросу в окружающую среду. Механические, биологические и **органические загрязнения сточных вод**, образующихся в результате хозяйственно-бытовой деятельности

человека, удаляются очистными сооружениями. Основным нормативным документом в сфере использования водных ресурсов является Водный кодекс РФ, принятый 03.06.2006 года за номером 74-ФЗ.

Мероприятия для уменьшения воздействия на гидросферу:

- При загрязнении или опасности загрязнения подземных вод объем и способ наблюдений за их режимом или качеством определяется в зависимости от значения и вида их использования, а также с учетом возможных последствий их загрязнения;
- В соответствии с требованиями охраны поверхностных вод от загрязнения запрещается сбрасывать в водные объекты сточные воды.

### **5.3.3 Защита литосферы**

Стадия утилизации, утилизируя технику мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

В оргтехнике огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу).

Поэтому оргтехника требует специальных комплексных методов утилизации. Сначала происходит списывание техники с баланса компании. Только после этого можно приступать к поискам компании и непосредственной утилизации техники.

Порядок проведения у каждой фирмы может быть своим, но примерная схема такова:

1. Заказчик заключает договор с исполнителем.
2. Состоится вывоз оргтехники с предприятия.
3. Исполнитель демонтирует, сортирует технику. Отделяет черный металл от цветного и драгметаллов.
4. Полученное сырье отправляется на заводы для переработки. В дальнейшем из них будут сделаны новые продукты.
5. Отходы классов повышенной опасности обезвреживаются и уничтожаются, либо их отвозят на легальные места захоронения.
6. Заказчик получает акт выполненных работ вместе с необходимыми для бухучета документами.

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки оргтехнике необходимо:

- Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.
- Узнать, насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.
- Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой оргтехнике и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета, организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ);

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку».

#### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной

территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

#### **5.4.1 Анализ возможных ЧС**

При работе на ПЭВМ возможны следующие чрезвычайные ситуации:

1. Природные (землетрясения, провалы территории);
2. Техногенные (несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место; возможное проявление вандализма, диверсии и промышленного шпионажа; пожар).

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### 5.4.2 Наиболее вероятная ЧС

Самая вероятная чрезвычайная ситуация, происходящая в помещении офиса – пожар. Половина офисных возгораний происходит по вине руководства организаций или их сотрудников. Руководители зачастую не контролируют в полной мере состояние электропроводки, сигнальных систем оповещения о появлении дыма и огня, наличие исправных огнетушителей, и другого противопожарного инструментария.

Поскольку требования пожарных инспекторов зачастую вступают в противоречие с логикой обеспечения защиты от хищений, в офисных помещениях могут оказаться заблокированными эвакуационные выходы, предусмотренные на случай пожара. Двери из подсобок и технические коридоры порой захламляются отслужившей свой срок мебелью и коробками с мусором.

Повсеместной спецификой значительной части помещений в офисе оказывается наличие большого количества документов на бумажных носителях. А бумага наряду с мебелью и тканевыми шторами представляет собой легковоспламеняющийся материал.

Сотрудники также могут быть виновными в возгорании:

- курение в непредусмотренных для этого местах;
- неправильная эксплуатация бытовых электроприборов и обогревателей;
- готовка или разогрев пищи не в отведенных для этого местах;
- перегрузка электросети;
- хранение на рабочем месте различных легковоспламеняющихся предметов.

Для предупреждения сотрудников используются звуковые сирены, световые сигналы тревоги. Некоторые системы сигнализации могут не только оповещать о задымлении, но и тушить возгорание, выпуская огнеподавляющее вещество (воду, пену, газ, порошок, аэрозоль) локально на очаг. Для тушения пожара в офисе наиболее удобными считаются углекислотные огнетушители. Их действующее вещество, спустя некоторое



время после завершения работ, испаряется бесследно, почти не нанося вреда оргтехнике или мебели.

Важно, чтобы каждый сотрудник внимательно изучил план эвакуации, который есть в любом учреждении. С этой целью полезно проводить учебную эвакуацию и отработать действия при возникновении чрезвычайных ситуаций.

В случае пожара работникам предприятия необходимо выполнить следующие три действия:

1. Немедленно сообщить по телефону "01" о пожаре в пожарную охрану;
2. Оповестить о пожаре всех работников;
3. Принять меры по эвакуации людей, тушению пожара, сохранению материальных ценностей.

При ликвидации пожара в зданиях с массовым пребыванием людей необходимо: установить связь с администрацией объекта и возможность использования внутренних средств связи для руководства тушением и эвакуацией; принять меры по предотвращению паники, использовать все силы и средства на спасение людей; привлечь обслуживающий персонал к эвакуации людей согласно плану эвакуации при; в случае достаточного количества сил и средств для проведения эвакуационно-спасательных работ остальные силы и средства направить непосредственно на тушение пожара.

### **Вывод по разделу**

Полученные результаты раздела «Социальная ответственность» позволяют оценить уровень безопасности и эксплуатационной надежности на производстве, необходимость снижать риски возникновения аварий и инцидентов, проводить анализ объекта на удовлетворение санитарным нормам, реализовывать охрану окружающей среды, обеспечить безопасность по правовым и организационным вопросам, определить план действий по предупреждению и локализации чрезвычайных ситуаций.

## **Заключение**

В результате изучения опасных экзогенных геологических процессов и условий их образования в Боомском ущелье были выделены наиболее опасные для данной территории:

- В результате ливней, длительных дождей и большого снегонакопления, а также высоких температур воздуха, которые вызывают таяние снега и льда в горных и высокогорных зонах, возникают сели. Крутизна склонов и русел, а также большое количество легкоразмываемых пород, представленных в основном красноцветными отложениями киргизской свиты палеоген-неогенового возраста, также способствуют их образованию.
- Оползни, возникающие в связи с активизацией современных геодинамических движений, сейсмичности, подъемом уровня подземных вод, аномальным количеством выпадающих атмосферных осадков, а также инженерно-хозяйственной деятельностью человека;
- В результате выветривания, подмыва, растворения и действия сил тяжести горные породы теряют связь между собой, что приводит к возникновению обвально-осыпных процессов. Эти процессы включают в себя разрушение коренных пород и перемещение обломков в виде как больших, так и малых камнепадов.

Следует отметить, что основной движущей силой склоновых процессов является гравитация и значительное влияние водной составляющей.

Представленные в данной выпускной квалификационной работе результаты являются наглядным доказательством того, что проезжающий через Боомское ущелье авто- и железнодорожный транспорт, инженерные сооружения и линии коммуникаций, расположенные в ущелье, находятся под постоянной угрозой опасных экзогенных геологических процессов, особенно селей. Общая площадь ущелья огромна, но безопасные участки занимают всего лишь 20-30% от общей площади.

Выделение участков Боомского ущелья, наиболее устойчивых к опасным экзогенным геологическим процессам, было осуществлено благодаря морфометрическому анализу территории. Это имеет большое значение для народного хозяйства.

В конечном итоге, все задачи и общая цель практики были успешно выполнены в данной выпускной квалификационной работе.

## Список использованных источников

1. Айдаралиев Б.Р. Основы проектирования и рекомендации по инженерной защите территорий, зданий и сооружений от подтоплений и затоплений. Учеб.-метод. пособие / Б.Р. Айдаралиев, Б.С. Ордобаев, Р.С. Супаналиев и др. – Бишкек: КРСУ, 2014. – 150 с.
2. Аталыкова Г.И. Географическая характеристика Кыргызстана. Бишкек: Кыргызское государственное издательство, 1962. – 182 с.
3. Аширахманов Ш. «Почвы Кеминской долины и окружающих ее горных склонов киргизской ССР», 1962. – 210 с.
4. Бондарев Л.Г. Еще раз о «палеогеографической загадке Иссык-Куля» / Л.Г. Бондарев. – Тр. отд. географ. АН Киргизской ССР, вып.1, 1958.
5. Боомское ущелье – прошлое и настоящее. Памятник жертвам 1916 года: [сайт]. – Бишкек, 2022. – URL: <https://ak-sai.com/boomskoye-ushelye/> (дата обращения: 13.09.2022 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
6. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
7. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
10. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
11. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
12. ГОСТ 12.4.154-85 «ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты».
13. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности.

14. Государственный классификатор. Система обозначений объектов административно-территориальных и территориальных единиц Кыргызской Республики.: [сайт] – URL: <https://clck.ru/Ngc8X> (дата обращения: 15.09.2022 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
15. Евсеева Н.С. Экзогенные процессы рельефообразования и четвертичные отложения суши. Ч 1 [Текст]: учеб. пособие / Н.С. Евсеева., П.А. Окишев. – Томск: Изд-во НТЛ, 2010. – 300 с.
16. Ерохин С.А., Загинаев В.В., Чонтоев Д.Т. Селевые потоки Боомского ущелья. Часть III. Научно-исследовательские разработки в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций: Сб. материалов XII Междунар. конф. молодых ученых и студентов / С.А. Ерохин, В.В. Загинаев, Д.Т. Чонтоев. – Бишкек: Институт водных проблем и гидроэнергетики, НАН КР, 2023. – 848 с.
17. Жучкова В. К. Методы комплексных физико-географических исследований [Текст]: учеб. пособие / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – М.: Изд-ий центр «Академия», 2004. – 368 с
18. Ибатулин Х.В. Оползни Киргизии, их типы, условия образования и меры борьбы с ними. Материалы науч.-техн. совещ. по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней / Х.В. Ибатулин. – Душанбе, 1970. – С. 11-13.
19. Иверонова М.И. Опыт количественного анализа процессов современной денудации / М.И. Иверонова. – Изв. АН СССР, серия геогр., 1969, №2. – 77 с.
20. Исаев Д.И. Рельеф Киргизии / Д.И. Исаев. – Фрунзе: Илим, 1964. – 125 с.
21. Исаков К. «Растительность бассейна р. Чон-Кемин» / К. Исаков. – Фрунзе: изд-во АН Киргиз. ССР, 1957. – 195 с.
22. Карта-схема расположения Боомского ущелья. Google Maps: [сайт]. – Бишкек, 2022. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/pbFQ/4NaMnfqV6> (дата обращения: 13.02.2023 г.).

23. Крепша Н.В. Опасные природные процессы: учебное пособие / Н.В. Крепша; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 290 с.
24. Кыргызстан в современном мире: экология, природопользование, охрана окружающей среды. – Бишкек: Илим, 2008. – 240 с.
25. Литвинов В.К. Природные условия Кыргызстана: кыргызская советская энциклопедия / В.К. Литвинов, Л.А. Савостин. – Фрунзе, 1983. – 320 с.
26. Лухтанов А.Г. Город Верный и Семиреченская область: энциклопед. издание / А.Г. Лухтанов. – Алматы, ТОО ЦДК «Глобустр», 2009. – 224 с.
27. Медведева В.А. Природные условия Кыргызстана и их изменение. / В.А. Медведева. – Бишкек: Илим, 2001. – 340 с.
28. Мониторинг и прогноз чрезвычайных ситуаций в пределах областей и районов Кыргызской Республики Часть II., главы 3-9.: [сайт] – URL: [http://ru.mes.kg/Kniga/book\\_rus027.html](http://ru.mes.kg/Kniga/book_rus027.html) (дата обращения: 15.09.2022 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
29. Мониторинг, прогнозирование опасных природных явлений на территории Кыргызской Республики. – Бишкек: Салам. 2016. – 714 с.
30. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (Изд. 15-е с изм. и доп.), Б.: МЧС КР, 2018, – 765 с.
31. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (Изд. 19-е с изм. и доп.), Б.: МЧС КР, 2022. – 842 с.
32. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики, (Департамент мониторинга МЧС КР), 2004-2019 гг.
33. Морозов М., Кривцов А. Сели и селезащита // Инженерная защита. 2014. – № 3 (3). – С. 50-59.

34. Подрезов О.А. Горная климатология и высотная климатическая зональность Кыргызстана / О.А. Подрезов. – Бишкек: Изд-во КРСУ. 2014. – 170 с.
35. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – СПб.: ДЕАН, 2013. – 704 с.
36. Распространение обрывов в Кыргызстане.: [сайт] – URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/opolzni-i-seli.html> (дата обращения: 15.09.2022 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
37. Растительность Чуйской области.: [сайт]. – URL: <https://www.open.kg/about-kyrgyzstan/nature/vegetable-world/314-rastitelnost-chuyskoy-oblasti.html> (дата обращения: 13.02.2023 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
38. Реки Чуйской долины.: [сайт]. – URL: <https://clck.ru/3228tT> (дата обращения: 13.02.2023 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
39. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
40. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)».
41. Сатылганов М.С. География Кыргызстана: учебное пособие / М.С. Сатылганов, М.К. Жакыпбекова. – Бишкек: Кыргызский государственный университет им. И. Раззакова, 2015. – 150 с.
42. Сафронов В.Г. География Кыргызстана: учебник / В.Г. Сафронов, О.Т. Соломонова. – Бишкек: Илим, 2010. – 210 с.
43. Селевые потоки смыли всё, кроме мечети, - очевидцы о бушевавшей в Бооме стихии.: [сайт] – URL: <https://clck.ru/yTuXt> (дата обращения: 15. 09. 2022 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

44. Симонов Ю.Г. Морфометрический анализ рельефа / Ю.Г. Симонов. – Москва, Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. – 272 с.
45. Симонов Ю.Г. Объяснительная морфометрия рельефа [Текст] / Ю.Г. Симонов. – М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 250 с.
46. Смольянинов В.М. Общее землеведение: литосфера, биосфера, географическая оболочка. Учебно-методическое пособие / В.М. Смольянинов, А.Я. Немькин. – Воронеж: Истоки, 2010. – 193 с.
47. Современные техника и технологии в научных исследованиях: Сб. материалов XII Междунар. конф. молодых ученых и студентов. – Бишкек: НС РАН, 2020. – 481 с.
48. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
49. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменениями N 1, 2).
50. Схема орографии. Орографическая схема важнейших горных хребтов Тянь-Шаня.: [сайт]. – Бишкек, 2023. – URL: <http://eaglerock.uz/images/30b.jpg> (дата обращения: 13.02.2023 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
51. Токомбаев Ш. «Геоморфология Чон-Кемин-Боомского района северного Тянь-Шаня». – Фрунзе: Илим, 1969. – 114 с.
52. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).
53. Федорович Б.А. Послетретичные тектонические процессы в северных предгорьях Тянь-Шаня. Материалы по геологии и геохимии Тянь-Шаня. Ч. 2. Л.: Изд. СОПС АН СССР. 1931. – 225 с.
54. Физическая география Кыргызстана. Общий раздел.: [сайт] – URL: [http://www.scout-kg.narod.ru/library/1\\_geografia.kg.html](http://www.scout-kg.narod.ru/library/1_geografia.kg.html) (дата обращения:



13.02.2023 г.). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

55. Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня / С.С. Шульц. Записки всесоюзного географ. общества. Том 3. ОГИЗ, Москва, 1948. – 150 с.

56. Claudio Margottini. «Landslide Science and Practice: Volume 7: Social and Economic Impact and Policies». – ISBN: 978-3642387639.

57. Ibrahim M. Asi, Baher El Kadi. «Slope Stability Analysis and Stabilization: Methods and New Advances». – ISBN: 978-1774074169.

58. Joanne E. Norris. «Slope Stability and Erosion Control: Ecotechnological Solutions». – ISBN: 978-0415621131.

59. Kyoji Sassa. «Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools». – ISBN: 978-3642313195.

60. Lee W. Abramson. «Slope Stability and Stabilization Methods». – ISBN: 978-0471331332.

61. Lynn Highland, Robert J. Fleming. «Landslides: Investigation and Mitigation». – ISBN: 978-0875906074.

62. National Research Council. «Landslides: Investigation and Mitigation». – ISBN: 978-0309090894.

63. Nikolakopoulos K.G.; Kamaratakis E.K.; Chrysoulakis N. SRTM vs ASTER elevation products. Comparison for two regions in Crete, Greece (АНГЛ.) // International Journal of Remote Sensing: journal. – London: Taylor & Francis, 2006. — Vol. 27, no. 21.

64. Schuster R.L., Jerkens E.M. «Landslides and Climate Change: Challenges and Solutions». – ISBN: 978-9400712850.

65. Thomas Glade. «Landslides: Risk Analysis and Sustainable Disaster Management». – ISBN: 978-3319083639.

66. Tim D. Davies, Arnaldo M.S. Romano. «Landslide Risk Management». – ISBN: 978-0415783754.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Dangerous exogenous geological processes and their consequences

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Талантбекова Айсулуу Талантбековна		

Консультант школы отделения (НОЦ):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОГ	Соболева Надежда Петровна	к.г.н.		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИЯ	Болсуновская Людмила Михайловна	к.ф.н.		

## **Dangerous exogenous geological processes and their consequences**

### **Definition of exogenous geological processes**

Exogenous geological processes are a set of natural physical, chemical, and biological processes that occur on the Earth's surface and change its shape, structure, and composition. They occur under the influence of atmospheric phenomena, water, wind, ice and other factors.

The main feature of exogenous processes is that they act on the outer shells of the Earth, such as the lithosphere, hydrosphere, atmosphere and biosphere. These processes occur on different temporal and spatial scales and can be both slow and gradual and rapid and catastrophic.

Examples of exogenous geologic processes include soil erosion, sediment deposition, valley and gorge formation, coastal formation, and landform changes resulting from rivers and glaciers. These processes play an important role in shaping landscapes and affect geography, climate, ecosystems, and human activities.

The study of hazardous exogenous processes is of great practical importance for disaster prevention, development of building codes, urban planning, and sustainable use of natural resources. Exogenous geological processes can pose a risk to humans, the environment and infrastructure. Uncontrolled or unforeseen processes can destroy homes, roads, bridges, damage agricultural land, pollute water resources, and even threaten human life.

Some of the hazardous exogenous processes that will be discussed in this report include mudslides, landslides, rockslides, and wasps. Each has its own unique characteristics and formation mechanisms, but what they have in common is that they result from the interaction of various factors such as geological structure, climatic conditions, topography, water availability, etc.

Understanding these hazardous processes and their causes is essential for developing effective prevention and protection measures. Monitoring and predicting these processes can prevent possible risks, take appropriate precautions, and improve land use planning.

In this report we will look at each of these hazardous exogenous processes in more detail, examining their characteristics, causes, and consequences. We will also discuss monitoring methods, preventive measures, and strengthening techniques that help reduce risks and minimize potential damage.

The study of hazardous exogenous geological processes is an important step in ensuring the safety and sustainability of our communities and environment. It helps reduce potential hazards and promotes the sustainable and efficient use of our natural resources.

The study of hazardous exogenous geological processes is of great importance in various fields, including geology, geography, construction, urban planning, environmental protection, and public safety. Here are a few key aspects that highlight the importance of this study:

**Disaster prevention:** Knowledge of hazardous exogenous processes allows for the prediction and prevention of natural disasters such as debris flows, landslides, rockslides, and rockfalls. This allows for precautionary measures, evacuating populations, and minimizing loss of life and property.

**Land use planning:** A study of hazardous exogenous processes helps to identify vulnerable zones and risks associated with different types of geological processes. This enables the development of building codes to prevent protective measures, such as slope stabilization or the use of special technologies, to reduce risks and ensure public safety.

**Environmental Conservation:** The study of hazardous exogenous processes helps to understand and control their effects on the environment. Uncontrolled processes can lead to soil erosion, water pollution, and ecosystem destruction. Research in this area helps develop strategies for environmental protection and sustainable use of natural resources [58].

**Infrastructure Safety:** Hazardous exogenous processes can cause significant damage to infrastructure such as roads, bridges, buildings, and power lines. Studying and understanding these processes allows the development of appropriate protection

and reinforcement measures to ensure infrastructure safety and minimize potential damage.

Developing sustainable development strategies: Studying hazardous exogenous processes is an important part of developing sustainable development strategies. Consideration of risks and prevention of these processes allows building cities and societies that are resilient to natural disasters and environmental changes.

In general, the study of hazardous exogenous geological processes helps us understand and prevent the threats they can pose to people and the environment. This contributes to safety, sustainability, and preservation of our planet for future generations.

### **Exogenic processes in geology**

In geology, exogenous processes refer to a group of processes that occur on the Earth's surface under the influence of external forces. They include various physical, chemical, and biological processes that influence the formation and change of relief, soil composition, hydrosphere, and atmosphere. Here are some of the main exogenous processes in geology:

**Erosion:** This is a process in which materials such as soil, subsoil, or rock are removed and transported from the surface of the earth by wind, water, or ice. Erosion can lead to the formation of depressions, river valleys, gorges, and changes in the landscape.

**Sedimentation:** Sedimentation occurs when eroded material is transported and deposited elsewhere on the earth's surface. It can lead to the formation of sediment such as river boulders, deltas, dunes, and sedimentation basins.

**Geochemical processes:** These processes involve the chemical interaction of substances on the Earth's surface. Includes processes of weathering, dissolution and deposition of minerals, soil formation, and geochemical cycles of elements.

**Physical processes:** These processes include thermal abrasion, the mechanical action of water, ice and wind, changes in rock volume under the influence of temperature fluctuations, etc. They contribute to the destruction and movement of materials on the Earth's surface.

Biological processes: Plants and animals have a significant impact on geological processes. Plant roots can penetrate rocks and cause them to split, and biological activity can change soil composition and influence chemical reactions.

These exogenous processes interact with each other and with the lithosphere, hydrosphere, atmosphere, and biosphere to shape and change landscapes and landforms. Studying and understanding these processes helps geologists predict and explain geologic phenomena, develop models of landscapes, and understand the effects of human activities on the environment.

### **Classification of hazardous exogenous processes**

Hazardous exogenous processes can be classified according to their characteristics and formation mechanisms. Here are some of the basic classifications of hazardous exogenous processes:

**Mudflows:** Mudflows result from the movement of large volumes of soil, rocks and water along slopes under the influence of gravity. They can be caused by intense rainfall, snowmelt, earthquakes, or ground consolidation failure. Landslides can cause severe destruction and serious damage to human settlements and infrastructure.

**Landslides:** Landslides are the movement of layers of soil or rock down a slope by gravity. They can result from water saturation, geologic disturbance, earthquakes, or human activity. Landslides can be slow or fast, and they can destroy homes, roads, forests, and other objects in their path.

**Landslides:** Landslides result from the sudden collapse of vertical or steep slopes. They can be caused by rock bursts, seismic activity, long-term scouring, or snow melt. Landslides can pose a threat to life and infrastructure, especially if they occur in populated areas or on roads.

**Landslides:** Landslides are the movement of soil or rocks down a slope by gravity without the formation of a distinct scarp or fault. They can be caused by ground consolidation failure, changes in the water table, accumulation of moisture, or vibrations. Landslides can lead to a decrease in slope stability, destruction of buildings and infrastructure.

The classification of hazardous exogenous processes also includes other phenomena such as landslides, solifluction, wind erosion, deflation, and others. Each of these processes has its own characteristics and can potentially pose a threat to the population and infrastructure. The study and classification of these processes allows us to better understand and prevent their occurrence and consequences [62].

### **Definition and characteristics of mudflows**

Mudflows are hazardous exogenous geologic processes characterized by the movement of large amounts of soil, rock, and water down slopes by gravity. They can occur due to a variety of factors, including intense rainfall, snowmelt, earthquakes, changes in the water table, and disruption of soil stabilization.

*Characteristics of mudflows include the following aspects:*

**Ground movement:** Mudslides cause movement of soil and rocks along a slope. This can be either surface movement, where the ground rolls down the surface of the slope, or internal movement, where the ground shifts along the inner layers.

**Speed of movement:** Mudflows can be either slow, when movement occurs gradually over a long period of time, or fast, when movement occurs quickly and unexpectedly. Fast mudflows usually pose a greater threat to the population and infrastructure.

**Volume and scale:** Mudflows can vary in volume and scale. Individual mudflows can be small and limited in area, and there can be large-scale mudflows that cover large areas.

**Damage and hazards:** Mudflows pose serious hazards to people, infrastructure and the environment. They can destroy homes, roads, bridges, and other objects in their path. Mudflows contain large volumes of water and materials, which can lead to drowning, clogged rivers and damage water systems.

**Precursors and Prevention:** Certain signs precede the occurrence of mudflows, such as cracks in slopes, declining ground stability, rising water tables, and changes in landforms. The study of these signs makes it possible to develop warning systems and prevent the occurrence of mudslides.

In general, mudflows are dangerous and destructive exogenous processes that require attention and measures to protect the population and infrastructure from their negative consequences.

Mudflows can be of different types, depending on their characteristics and formation mechanisms. Some common mudflow types include surface flows, mudflows, debris avalanches, and grain flows. Each type of mudflow has its own unique characteristics and ability to cause damage.

**Impact on the environment:** Debris flows have a significant impact on the environment. They can change hydrological regimes, cause contamination of water resources, destroy ecosystems and lead to loss of biodiversity. Large mudflows can also cause changes in river systems and create new geomorphological forms.

**Prediction and prevention methods:** The study and prediction of debris flows are important aspects of their management. Current methods include monitoring of geologic features, analysis of geologic and climatic data, modeling, and development of warning systems. Mudflow prevention includes slope stabilization, construction of protective structures, restriction of development in hazardous areas, and public education about safety measures.

**Interaction with other exogenous processes:** Mudflows can be related to other exogenous processes such as erosion, sedimentation and landslides. Interactions between them can amplify their effects and threats, so it is important to consider mudflows in the context of the overall geologic setting.

**Role of human activities:** Human activities can significantly influence the occurrence and spread of debris flows. Improper land use, slope development, inadequate drainage, lack of soil stabilization, and changes in the hydrologic regime can increase the risk of mudflows. Therefore, it is necessary to consider the influence of the human factor in the planning and development of areas, as well as in the design of safety measures.

All these characteristics help to better understand the nature of mudflow processes, their possible consequences and ways of prevention. The study of



mudflows is of great importance for public safety, the development of sustainable geological solutions and the preservation of the environment.

Mudflows can be of different types depending on their characteristics and formation mechanisms. Some common mudflow types include surface flows, mudflows, debris avalanches, and grain flows. Each type of mudflow has its own unique characteristics and ability to cause damage.

Impact on the environment: Debris flows have a significant impact on the environment. They can change hydrological regimes, cause pollution of water resources, destroy ecosystems and lead to loss of biodiversity. Large mudflows can also cause changes in river systems and create new geomorphological forms.

Prediction and prevention methods: The study and prediction of debris flows are important aspects of their management. Current methods include monitoring of geologic features, analysis of geologic and climatic data, modeling, and development of warning systems. Mudflow prevention includes slope stabilization, construction of protective structures, restriction of development in hazardous areas, and public education about safety measures.

Interaction with other exogenous processes: Mudflows can be related to other exogenous processes such as erosion, sedimentation and landslides. Interactions between them can amplify their effects and threats, so it is important to consider mudflows in the context of the overall geologic setting.

Role of human activities: Human activities can significantly influence the occurrence and spread of debris flows. Improper land use, slope development, inadequate drainage, lack of soil stabilization, and changes in the hydrologic regime can increase the risk of mudflows. Therefore, it is necessary to consider the influence of the human factor in the planning and development of areas, as well as in the design of safety measures.

All these characteristics help to better understand the nature of mudflow processes, their possible consequences and ways of prevention. The study of mudflows is of great importance for public safety, the development of sustainable geological solutions and the preservation of the environment [57].

Mudflows are formed due to the interaction of several causes and mechanisms. Here are some of the main causes and mechanisms of mudflow formation:

**Intense rainfall:** Prolonged and intense rainfall is one of the main causes of mudflow formation. Large amounts of water saturate the ground and can cause it to loosen and move down the slope. Surface water runoff can also create channels through which the ground moves, forming debris flows.

**Snowmelt:** Spring snowmelt can result in a significant increase in the volume of water in the soil and surface water flows. This can cause the ground to loosen and slide down the slope, forming mudflows.

**Earthquakes:** Severe earthquakes can cause mudslides. Seismic activity can cause rock shear and fracture, causing soil and rock to collapse and move down the slope.

**Groundwater:** Changes in the groundwater table can have a significant impact on the formation of mudslides. An increase in the groundwater table can wet the ground and reduce its stability, causing the ground to move down the slope.

**Breach of soil stabilization:** Lack of or improper soil stabilization on slopes can contribute to the formation of mudflows. Inadequate fortification does not hold the soil in place and allows it to move under gravity.

**Human activities:** Certain human activities, such as improper land use, deforestation, uncontrolled construction and alteration of the hydrological regime, can contribute to the formation of mudflows. Human activities can disrupt the natural balance of slopes and increase the risk of mudflows.

These causes and mechanisms interact to create conditions for mudflows. Understanding these causes and mechanisms is important for developing measures to prevent and protect against mudflows. Mudflows can have serious consequences for the environment, population and infrastructure. Here are some of the major consequences associated with debris flow processes:

Loss of life and injury: Mudflows can cause loss of life and injury. Rapid and powerful debris flows can be dangerous and unexpected, allowing people little time to evacuate.

Destruction of infrastructure: Mudflows can destroy homes, roads, bridges, pipelines, and other engineering structures. The mass of moving soil and rocks can cause significant damage to infrastructure and interrupt communications and transportation routes.

Environmental pollution: Movement of soil and rocks during debris flows can cause environmental pollution. Soil, minerals, chemicals, and other materials carried by debris flows can enter rivers, lakes, and other water sources, causing pollution and disrupting ecosystems [65].

Loss of agricultural land: Agricultural land, such as fields, orchards and pastures, can be destroyed by debris flows. Loss of fertile soils and land can have a negative impact on agriculture and food security.

Disruption of water systems: large mudflows can create barriers on rivers and cause changes in the hydrological regime. This can lead to flooding, riverbed changes and disruption of water supply.

Economic losses: The effects of mudflows can result in significant economic losses. Restoration of destroyed infrastructure, cleanup and cleanup after debris flows, and loss of income from agricultural lands can require significant resources and time.

Loss of biodiversity: Debris flows can cause destruction of natural ecosystems and loss of biodiversity. Plants, animals, and microorganisms that live on slopes can be destroyed or displaced, resulting in reduced biodiversity in the region.

These are just some of the possible effects of mudflow processes. The level of impact depends on the scale and intensity of the mudflows, as well as on the availability of protective measures and the ability of society to adapt and respond to these processes.

*Preventive measures and methods of mudflow prevention*

Debris flow prevention is an important task to protect the public and infrastructure. Here are some preventive measures and methods that can be applied:

Geotechnical measures:

Slope stabilization: This includes the use of geosynthetic materials, anchors, geogrids, and other structures to strengthen the soil and prevent it from moving.

Drainage systems: Installing drainage systems can help lower the water table, preventing soil loosening and mudslides.

Terracing: Creating terraces on slopes with platforms and retaining walls can reduce slope gradients and retain soil, preventing mudslides.

Reforestation and afforestation: Reforestation: Planting trees and restoring natural vegetation on slopes can help strengthen the ground and reduce the risk of debris flows.

Afforestation: Forest management, including timber harvesting and logging, should be done with slope stability and debris flow prevention in mind.

Organizational measures: Zoning and planning: Develop land use plans for potential mudflow hazards and limit development on hazardous slopes.

Monitoring and early warning: Install monitoring systems to track changes in the ground, hydrological regime and climatic conditions. Development of warning systems to alert the public in a timely manner about possible mudslides.

Education and information: Awareness raising: Conduct educational programs and campaigns to disseminate knowledge about mudflow processes, their causes and precautions to the public and developers.

Regular updating of building standards: Include requirements for slope stabilization and mudflow prevention in building codes.

All these measures should be considered in the context of specific geological and geographic conditions. Effective mudflow prevention requires an integrated approach that includes geotechnical, environmental, engineering and organizational measures [60].

### **Landslides are geological phenomena**

in which spontaneous and rapid movement of soil, rock or snow and ice masses down a slope under the influence of gravity occurs. Landslides are one of the types of dangerous exogenous geological processes.

There are different types of landslides, depending on their characteristics and movement mechanisms. Some of them include:

**Gravity landslides:** These are the most common type of landslides. They result from the loosening of soil or rock on a slope by gravity. Gravity landslides can take the form of strata, blocks, slope slides, or shears.

**Rockfalls and rock slides:** These landslides are characterized by the movement of large rock blocks or masses of rock. They can be caused by the collapse or shear of rock formations.

**Mudflow (mudflow):** Mudflow is the movement of a mixture of water, clay, sand, and other fine particles. It occurs when the ground is saturated with water, resulting in a fluid mass capable of moving down a slope.

**Snow landslides:** These landslides occur during the winter and are caused by the shifting or sliding of snow and ice masses from the slope. Snow landslides can be especially dangerous in mountainous regions.

**Sand slides:** This is a type of landslide in which sandy masses move down a slope. Sand landslides often occur in arid or desert areas and can be caused by wind, water, or gravity.

It is important to note that these types of landslides can overlap and combine in different geological conditions. The exact type of landslide, its extent, and characteristics depend on many factors, including geologic structure, climatic conditions, slope gradient, and water availability.

The formation of landslides depends on several factors that can contribute to their occurrence. Here are some of the major factors:

**Geologic structure:** Geologic structure features, such as the presence of weak or loosened rock, clay deposits, or fractures, can make slopes more prone to landslides. For example, permeable layers below impermeable rocks can cause water accumulation, reducing ground cohesion and contributing to landslides.

**Climatic conditions:** Climatic factors such as heavy rainfall, snowfall, or rapid snowmelt can play an important role in landslide formation. Excessive moisture can penetrate the soil, dampen it and reduce the cohesion between particles, which contributes to mudflow processes.

**Slope slope:** Steeper slopes are more likely to cause landslides. Sloping slopes create more gravitational force, which can cause soil or rock to loosen and move.

**Presence of water:** Water plays an important role in landslide formation. Excessive water saturation in soil can reduce the cohesion between particles and cause a decrease in frictional force, which promotes soil movement.

**Human impacts:** Human activities such as road construction, land development, logging, or changes in hydrological regime can affect slope stability and contribute to landslides. Improper construction on slopes or removal of vegetation can also increase the risk of landslides.

These are just some of the factors that can contribute to landslides. A combination of these factors can significantly increase the likelihood of landslides in a particular area.

Landslides can have serious consequences for the environment, infrastructure, and people. Here are some of the possible consequences of landslides:

**Damage to human life and health:** Landslides can lead to death or injury, especially if they occur in populated areas. People can be trapped under collapsed masses of soil or buried under rubble.

**Damage and destruction of infrastructure:** Landslides can destroy roads, railroads, bridges, buildings, and other infrastructure. This can cause interrupted communications, evacuation, economic losses, and complicate relief and rescue operations.

**Environmental Consequences:** Landslides can destroy natural ecosystems, cause soil loss, and contaminate water sources and rivers. This can result in loss of biodiversity, reduced soil fertility, and changes in the ecological balance of the region.

**Economic losses:** Landslides can cause significant economic losses related to infrastructure restoration and repair, loss of agricultural production, evacuation and assistance to those affected. They can also lead to reduced tourism and commercial opportunities in the region.

**Psychological effects:** Landslides can cause stress, anxiety and psychological trauma to affected people. The loss of homes, possessions and loved ones can have a lasting impact on people's psychological well-being.

These are just some of the possible effects of landslides. It is important to develop precautions, prevent landslides, and prepare for an effective response to such natural disasters.

Landslide monitoring and prevention involves the use of various methods and technologies to detect and act on dangerous signs early. Here are some methods used in landslide monitoring and prevention:

**Geotechnical monitoring:** This includes measuring slope inclinations and deformations using surveying instruments, inclinometers, and other tools. This allows monitoring changes in slope stability and warning of potential landslide processes [64].

**Hydrological monitoring:** Performed by measuring water levels and flow rates in rivers, streams or groundwater. This detects changes in water saturation levels that could lead to landslides.

**Sensor Monitoring:** Using sensors to measure factors such as slope, pressure, temperature and humidity in specific areas of slopes. Sensors can provide real-time information on the condition and stability of slopes.

**Radar tomography:** Using satellite radar systems to detect deformation and changes in the ground. Radar tomography can provide detailed information about the internal structure of slopes and their potential instability.

**Drainage management:** Installation of drainage systems to control the water table and prevent excessive water saturation in the ground. This can reduce the potential for landslides, improving slope stability.

Landscaping and green measures: Using landscaping techniques such as terracing slopes, creating green spaces and maintaining natural barriers (woodlands, shrubs). These measures help to strengthen the ground, reduce erosion and increase the stability of slopes.

Education and awareness: Conduct educational programs and public campaigns to raise public awareness about landslide hazards, safety recommendations and prevention methods.

A combination of these methods and technologies can greatly improve landslide monitoring and prevention, helping to reduce risks to people and infrastructure.

### **Definition and Causes of Landslides**

Landslides are the sudden collapse of a mass of rock or soil from a slope by gravitational forces. They occur when the stability of a slope is compromised and soil or rock is abruptly moved down the slope. Landslides can be caused by a variety of reasons, including:

**Water accumulation:** Increased water levels in the soil or rock can reduce adhesion between particles and lead to a loss of slope stability. For example, heavy rains, floods, or snowmelt can saturate the ground with water and contribute to slope failures.

**Natural erosion:** Prolonged erosion of a slope can gradually erode its structure and reduce its stability. This can occur due to wind, water or ice, or the natural weathering process of rocks.

**Seismic activity:** Earthquakes can cause landslides, especially if slopes are in seismically active areas. Underground tremors can cause soil or rock to break and move, resulting in landslides.

**Human activities:** Human activities such as road construction, land development, quarry operation, or improper construction on slopes can disrupt natural stability and contribute to landslides. Removal of vegetation, changes in hydrological regime, or changes in slope geometry can also increase the risk of landslides.



Geologic factors: Geologic features such as weak or fractured rocks, fractures, faults, or shifts can lead to landslides. Such factors reduce the stability of a slope and make it more susceptible to landslides.

These are just some of the possible causes of landslides. It is important to monitor slopes, apply precautions, and manage geologic risks to reduce the potential for landslides and minimize their effects. Landslides can be classified according to various criteria. Here are a few basic types of rockfall classification:

By nature of movement: Free-fall landslides: Rock or soil makes a vertical free fall due to gravity.

Underground landslides: Landslides occur within the earth or rock without reaching the surface. It can occur as a result of the collapse of underground voids, such as in karst areas [59].

By nature of movement: Shear landslides: Soil or rock moves along a plane of shear, forming protrusions and depressions.

Slope landslides: Material rolls down a slope, forming cone-shaped or cone-shaped debris.

By geometry: Surface landslides: Landslides that occur on the surface of a slope.

Deep landslides: Landslides that occur within the slope or ground inaccessible to direct observation.

By scale: small landslides: Relatively small landslides that cover small areas.

Large Landslides: Large landslides that can cover large areas and have significant dimensions.

By cause of formation: Gravity landslides: Formed by gravity and the stability of soil or rock.

Aquatic landslides: Formed by the action of water, such as erosion or water saturation of the ground.

These are the basic types of rockfall classifications. Classification can vary depending on different factors and investigation methods.

Landslides have serious effects on the environment and people. Here are some of the main effects of landslides:

**Destruction and damage to infrastructure:** Landslides can destroy roads, bridges, buildings, and other structures, resulting in the interruption of transportation services, interruption of power supplies, and difficulty accessing settlements and institutions.

**Threat to human safety:** Landslides can cause death and injury. Falling soil and rocks can block evacuation and rescue routes and cause danger to the lives and health of people in the landslide zone.

**Damage to the natural environment:** Landslides can cause soil erosion, destroy vegetation, and damage ecosystems. Falling soil and rocks can contaminate rivers, lakes, and other water resources, as well as negatively impact biodiversity.

**Changing geomorphology:** Landslides can change the geological structure and shape of a landscape. They can result in the formation of new landforms, alteration of river systems, and creation of geomorphologic disturbances.

**Economic losses:** Landslides can have serious economic consequences, including loss of agricultural land, reduced production, the need to repair and rebuild infrastructure, and additional costs for safety measures.

**Threats to animal life and health:** Landslides can cause damage to wildlife, including loss of habitat, reduced conditions for wildlife survival, and the potential for population changes [61].

In general, landslides are hazardous geological processes that can have broad negative effects on the environment and human life. Therefore, it is important to take prevention, monitoring, and urban planning measures to reduce the risks associated with landslides. Various methods and techniques are used to protect and strengthen landslide-prone areas. Here are some of them:

**Engineering structures: Building retaining walls:** Retaining walls made of reinforced concrete or other strong materials reinforce slopes and prevent soil or rock from collapsing.

Earthen embankment construction: Creating and reinforcing earthen embankments on slopes helps increase stability and prevent collapses.

Using anchors and geogrids: Anchors and geogrids are used to anchor soil and rock, holding them in place and preventing movement.

Drainage and water management: Installing drainage systems: Installing drainage systems helps reduce water saturation in the ground and reduce the risk of rockfalls.

Creating canals and irrigation systems: Regulating water flow and controlling its distribution helps reduce erosion and strengthen slopes.

Vegetation cover: Breeding vegetation: Cultivating and maintaining vegetation cover on slopes helps retain soil and prevent erosion. Plants can also strengthen the ground with their roots.

Planting trees and shrubs: Planting trees and shrubs on slopes helps strengthen the soil with their roots and improve stability.

Monitoring and Prevention: Slope Monitoring: Regular monitoring of slope conditions helps identify changes and warn of potential landslides.

Development of warning systems: The installation of warning systems such as sensors, sensors, and alarm systems can provide timely warning of potential landslides and prevent hazards to people.

Proper urban planning: Consideration of geological factors: When planning new settlements and infrastructure, consider geological factors and avoid building on vulnerable slopes or areas prone to landslides.

Zoning and Restrictions: Identifying areas at high risk of landslides and setting restrictions on construction and development in such areas helps reduce the threat and protect the population and infrastructure.

Education and Awareness: Awareness raising: Educational programs and awareness campaigns help raise awareness of landslide risks, ways to protect and the need for precautions.

Community education: Holding community education and training courses on safety rules and responding to landslide hazards helps to increase preparedness and protection.

A combination of these methods and techniques can reduce the risk of landslides and strengthen areas prone to these geological processes. However, it is important to consider the individual characteristics of each particular area and conduct a comprehensive analysis before choosing certain precautions and reinforcement measures [56].

### **Aspires Definition and Characteristics of Wasps**

A talus is a geologic process in which parts of a slope, soil, or rock collapse and slide downward due to its own weight or external forces. Landslides often occur on steep slopes or cliffs and can range in scale from small slips to large-scale collapses.

Characteristics of wasps include: Velocity: Debris flows can occur at a relatively slow rate, with soil and rocks slipping gently, or at a very high rate, with instantaneous collapse.

Type of material: Landslides can consist of a variety of materials, including soil, sand, pebbles, rocks, etc. The nature of the material can affect the behavior of the talus and its velocity.

Shape and Structure: Axes can come in a variety of shapes, from small cuts and ledges to large landslide slopes. They can be single or form chains and complexes.

Causes: Landslides can be caused by a variety of reasons, including water exposure (e.g., rain or snow melt), earthquakes, explosions, high winds, changes in soil composition, etc.

Environmental Impacts: Debris can have a negative impact on the environment. They can destroy vegetation cover, change the geomorphological structure, create river barriers, pollute water resources and pose a threat to animals and people.

It is important to note that aspen can be dangerous and pose a threat to life and property. Therefore, studying and monitoring the asps, as well as taking appropriate precautionary and protective measures, are important to prevent potential risks and minimize consequences.

**Axpy formation** can be caused by a variety of factors, including: **Water accumulation:** Water saturation of the ground is one of the major factors causing asperities. Increased humidity or heavy rainfall can result in decreased adhesion between soil particles and promote slippage.

**Slope slope:** Steeper slopes are more prone to scree formation because gravitational forces act more strongly on the soil or rock and cause it to slide downward.

**Type of soil or rock:** Some types of soil or rock are more susceptible to asphyxiation, especially if they have a weak structure or contain fracture-prone minerals. Porous soils, such as sands and clays, may be particularly susceptible to slippage.

**Natural ground-altering processes:** Various natural processes, such as freeze-thaw, cracking, or changes in the water table, can cause asperities to form. These processes can alter soil properties and degrade soil stability.

**Human activities:** Some human activities, such as road construction, quarrying, illegal logging, or changes in the hydrological regime of rivers and lakes, may contribute to aspening. This is associated with disturbance of the natural balance in the environment and changes in slope conditions.

Consideration and analysis of these factors help to identify potential areas with a high risk of hornblende formation. This allows appropriate precautions and management measures to be taken to minimize risks and protect people and infrastructure.

The effects of hornets can be serious and have a negative impact on the environment and on people's lives. Some of the effects of waspsites include:

Damage to infrastructure: Debris can damage roads, railroads, bridges, and other engineering structures. This can lead to disruption of transportation, restricted access to certain areas, and significant infrastructure rebuilding costs.

Threat to life and health: People in the area of the debris could be at risk. Debris can cause houses to fall, flooding with earth or snow, and dangerous protrusions and cracks. This can lead to injury and even death.

Destruction of vegetation and soil cover: Collapses and ground slips can destroy vegetation and soil, resulting in a loss of fertile layer and impaired conditions for plant growth. This can have negative consequences for agriculture and ecosystems.

Pollution of water resources: Debris can cause soil and rock to wash into rivers, lakes and other water resources. This can lead to water pollution and deterioration of water quality, which can negatively affect animals, fish, and other organisms that depend on these aquatic ecosystems [66].

Measures to prevent and enhance aspsies include: Engineering structures: Building fortifications, such as walls, embankments, reinforced slopes, and support structures, can help prevent hornets and keep soil or rock in place.

Drainage systems: Installing drainage systems can help divert excess water from the ground and prevent saturation, which can reduce the risk of scaling.

Water regulation: Managing the hydrologic regime, including controlling the water table and eliminating possible water sources (e.g. leaks), can help reduce the risk of scurvy.

Regular monitoring: Monitoring systems, including geological and hydrological measurements, help identify potentially hazardous areas and identify changes early on that indicate possible aspeny formation.

Education and Awareness: Conducting educational programs and informing the public about aspsyceum risks, safe practices, and evacuation procedures can help increase awareness and preparedness for possible situations.

Legislation and building codes: Developing and enforcing building codes and legislation related to sustainable construction, site selection, and structural strength are also important measures to prevent aspsipes.

All of these measures should be applied in conjunction with a comprehensive risk management approach and tailored to the specific conditions of each site.

### **Conclusion**

In conclusion, hazardous exogenous geological processes such as debris flows, landslides and rock falls have a serious impact on the environment and people. Studying and understanding these processes is important to prevent and reduce their negative effects.

Hazardous exogenous processes result from the interaction of various factors such as geological structure, climatic conditions, topography, and human activities. Mudflows are characterized by the rapid flow of soil or rock, landslides are characterized by the movement of soil or rock down a slope, and rockslides are the vertical collapse of masses of soil or rock.

Hazardous exogenous processes can have serious consequences, including damage to infrastructure, danger to human life and health, destruction of vegetation, and pollution of water resources. Therefore, it is important to take prevention and strengthening measures including engineering structures, drainage systems, water regulation, monitoring and education.

In general, the study of hazardous exogenous geological processes and the application of appropriate prevention and strengthening measures are important to ensure human safety, environmental conservation and sustainable development of regions prone to such processes.

In conclusion, understanding and studying hazardous exogenous geological processes plays an important role in ensuring the safety and sustainable development of regions. These processes can have serious consequences for the environment and human life, so it is necessary to take measures for prevention, monitoring and strengthening.

Understanding the causes and mechanisms of mudflows, landslides and rockslides allows identifying potentially hazardous areas and developing effective prevention and strengthening strategies. This may include the construction of engineering structures, drainage systems, control of the water regime and regular monitoring of the condition of slopes and soils.

However, it is also important to consider the impact of human activity on these processes. Illegal logging, construction on steep slopes, changes in the hydrological regime and other anthropogenic factors can increase the risk of dangerous exogenous processes. Therefore, environmentally sustainable approaches must be taken into account and laws and regulations must be strictly adhered to when planning and carrying out construction.

Education and public awareness also play an important role in preventing risks and minimizing the consequences of hazardous exogenous processes. Raising awareness of risks, safe practices, and evacuation procedures helps people make informed decisions and act in case of emergencies.

Thus, the combination of research, monitoring, prevention, and communication are key components in ensuring safety and sustainable development in the context of hazardous exogenous geological processes. This requires cooperation between scientific research, state and local agencies, and active public participation in creating a safe and sustainable environment for living and working.