

**ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УДК: 55:549(575.3)**

На правах рукописи



**ШАРИФЗОДА МАВЛОНБИ ИБОДУЛЛО**

**ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ С УЧЕТОМ СОЦИАЛЬНЫХ И  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БАЗЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
НЕУСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
(ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ТАДЖИКИСТАН)**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата

геолого-минералогических наук по специальности 1.6.32. Геоэкология

Научный руководитель

док. геол.- мин. наук, профессор

Саидов М.С.

Душанбе – 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>Глава 1. МЕТОДИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ РИСКА БЕДСТВИЙ</b> .....	13
1.1. Концепция риска .....	13
1.2. Последовательность оценки проявления риска бедствий .....	16
1.3. Методы исследования и методики проводимых в процессе разработки карт опасных - природных бедствий.....	16
1.3.1. Определение характеристик и картирование риска .....	20
1.4. Метод определения характеристик и картирования угроз.....	24
1.5. Метод географической привязки элементов, подверженных риску	26
1.6. Методы моделирования уязвимости элементов, подверженных риску.....	29
1.6.1. Социально-культурная уязвимость .....	29
1.6.2. Физическая уязвимость .....	32
1.7. Метод оценки состояния разрушений и подсчета ущерба .....	33
1.7.1. Классификация состояния разрушений.....	34
Выводы по главе.....	36
<b>Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНОЙ СИТУАЦИИ РАЙОНА РАБОТ И ЕГО ТЕХНОГЕННОЙ ОСВОЕННОСТИ</b> .....	38
2.1. Характеристика природных условий.....	38
2.1.1. Географическое местоположение района работ.....	38
2.1.2. Обзор, анализ и оценка ранее проведенных исследований.....	38
2.1.3. Геологическое строение.....	43
2.1.3.1. Стратиграфическая характеристика территории.....	43
2.1.4. Тектоника и сейсмичность.....	49
2.1.5. Геоморфологические особенности территории.....	51
2.1.6. Инженерно-геологическая характеристика территории.....	59
2.1.6.1. Современные геологические процессы.....	60

2.1.7.	Подземные воды.....	62
2.2.	Характеристика техногенной освоенности территории с описанием объектов-реципиентов риска.....	66
2.2.1.	Вахш-Кафирниганская зона .....	66
2.2.2.	Кулябская зона .....	67
2.2.3.	Анализ взаимодействия природной среды и техногенной нагрузки	71
2.3.	Классификация процессов, влияющих на народно-хозяйственные объекты Вахш-Кафирниганской и Кулябской зон	72
	Выводы по главе.....	74
<b>Глава 3.</b>	<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ – ИСТОЧНИКОВ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ НА ОЦЕНИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ.....</b>	<b>76</b>
3.1.	Общая классификация опасностей, отмечаемых на территории исследования.....	76
3.1.1.	Группа гравитационных процессов.....	77
3.1.2.	Группа эрозионно-денудационных процессов.....	80
3.2.	Идентификация геологических опасностей Вахш-Кафирниганской зоны .....	82
3.3.	Идентификация геологических опасностей Кулябской зоны .....	84
	Выводы по главе.....	91
<b>Глава 4.</b>	<b>АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ .....</b>	<b>92</b>
4.1.	Оценка экономического риска от воздействия опасных геологических процессов и гидрометеорологических процессов...	92
4.1.1.	Методика расчета экономического риска и используемые исходные данные.....	92
4.1.2.	Анализ результатов оценки экономического риска от воздействия землетрясений для населенных пунктов, расположенных в	

	Кулябской и Вахш-Кафирниганской зонах Юго-Западного Таджикистана.....	96
4.1.3.	Анализ результатов оценки экономического риска от воздействия селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны.....	98
4.1.4.	Оценка экономического риска от склоновых процессов для населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны.....	103
4.2.	Оценка социального риска от воздействия опасных геологических процессов.....	104
4.2.1.	Методика расчета социального риска и используемые исходные данные.....	105
4.2.2.	Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия землетрясений для населенных пунктов, расположенных в Кулябской зоне.....	106
4.2.3.	Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия землетрясений для населенных пунктов, расположенных в Вахш-Кафирниганской зоны.....	109
4.2.4.	Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны .....	109
4.2.5.	Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия склоновых процессов населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны .....	113
	Выводы по главе.....	114
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>115</b>
	<b>Рекомендации.....</b>	<b>116</b>
	<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>121</b>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАК – Высшая аттестационная комиссия

ГИС – Геоинформационная система

ГР – Реестр свидетельств о государственной регистрации

ИАЦ – Информационно-аналитический центр

ИГССС – Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии

КЧС и ГО - Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне

МЕСО - Руководство по инструменту оценки рисков

НАНТ – Национальная академия наук Таджикистана

НИЦ – Научно-исследовательский центр

НХ – народнохозяйственные

НХО – народнохозяйственные объекты

ОГП и ГП - опасные геологические и гидрометеорологические процессы

ОГП - опасные геологические процессы

ОРСБ - Оценка риска стихийных бедствий

ОКАТО – общереспубликанский классификатор объектов административно-территориального деления

РТ - Республика Таджикистан

СБ - Стихийные бедствия

ЧС - Чрезвычайная ситуация

ЈСА – Японское Агентство Международного Сотрудничества

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Территория Юго-Западного Таджикистана характеризуется широким развитием природных и природно-техногенных процессов – наводнений, селей, оползней, карста различных типов, естественной и ирригационной эрозии, засоления и др. Наиболее катастрофическими являются наводнения и сели. Активизация этих процессов наносила и наносит серьезный ущерб народному хозяйству, а иногда приводит и к ЧС с человеческими потерями. Тому свидетельством последние события 7-12 мая 2021 г., когда в результате схода селевых потоков только в городе Кулябе были полностью разрушены 111 домов и повреждены более 400 домов. В городе Кулябе количество домохозяйств, нуждающихся в гуманитарной помощи, достигло 1500.

Хотя информация об инфраструктурных повреждениях считается достаточно полной, информация о пострадавшем населении и/или нуждающемся в помощи населении очень противоречива, поскольку не существует последовательных и взаимосогласованных критериев. В отчете группы REACT: Наводнение в Хатлонской области: 7-13 мая 2021 г. План №: FL-2021-000055-TJK Отчет о ситуации № 3 (по состоянию на 26 мая 2021 г.) приводится приблизительная оценка пострадавших от селей (прямо или косвенно) 2500 домохозяйств (более 17000 человек).

Несмотря на существующие исследования, которые охватывают отдельные аспекты прогнозирования и анализа природных опасностей и оценки риска СБ, ряд проблем остается недостаточно проанализированными. В частности, отсутствует полноценная целостная база данных, включая картографические материалы, которые бы научно обосновывали условия для достижения максимальных результатов на каждом этапе профессионального прогнозирования событий. Также нет единой методики для оценки экономических и социальных рисков потерь от природных воздействий, таких как оползни, обвалы, сели и наводнения. Тема прогнозирования природных

опасностей и оценки риска СБ нуждается в дальнейшем исследовании и разработке.

**Степень научной разработанности изучаемой проблемы.** В настоящее время в Таджикистане в практике оценки природных рисков используется ряд методологий (МЕСО, «Руководство по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан» и др.), которые включают в себя определение характеристик угроз с точки зрения их пространственного распределения, частоты и интенсивности. С использованием названных методологий в последние годы были проведены оценки природных рисков для множества общин в различных частях Таджикистана, намечены и реализованы локальные мероприятия по снижению риска стихийных бедствий.

Вместе с тем, вопросам проведения оценки социально-экономического риска потерь от сейсмических воздействий, оползней, обвалов, селей и от других одномоментных природных опасностей в используемых методиках уделено недостаточно внимания. Но именно такая информация – в виде расчетов физического и экономического риска – крайне необходима для подготовки планов перспективного социально-экономического развития, как отдельных территорий, так и в масштабе страны в целом, а также планирования мероприятий по смягчению последствий и реагированию на ЧС природного характера.

**Связь исследования с программами (проектами), научной тематикой.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Таджикского национального университета «Геодинамические проблемы, изменения климата и ее влияние на инженерно-геологические процессы» (2021-2025 гг., ГР №0122ТJ1446) и Научно-исследовательского центра Государственного комитета по земельному управлению и геодезии Республики Таджикистан «Региональная оценка риска стихийных бедствий Таджикистана (на основе дистанционных методов зондирования Земли из космоса)» (2015-2018гг., ГР №0114ТJ00410).

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Цель исследования** - анализ и оценка социально - экономических рисков в условиях опасных природных явлений.

**Задачи исследования.** Для реализации поставленной цели требовалось решить следующие основные задачи:

1. Усовершенствовать методы анализа и оценки социально - экономических рисков природных опасностей.
2. Создать научно обоснованную картографическую базу данных ГИС, для оценки развития основных природных угроз на исследуемой территории.
3. Анализ и оценка рисков экономических и социальных потерь от воздействия опасных геологических и гидрометеорологических явлений.
4. Разработать перечень мероприятий по снижению и управлению рисками геологических и гидрометеорологических опасностей.

**Объект исследования** – социально-экономические системы (объекты) Юго-Западного Таджикистана.

**Предмет исследования** - природные и природно-техногенные процессы и опасные геологические и гидрометеорологические явления.

**Научная новизна исследования:** внесен вклад в изучение влияния опасных геологических и гидрометеорологические явления на социально-экономические риски.

В частности,

1. На основе интегративного подхода изучены и подтверждены, что геологический риск должен рассматриваться в качестве одного из этапов природоохранного механизма, обеспечивающий охрану состояния качество окружающей среды.

2. Результаты исследований, проведенных с применением методологии, изложенной в «Руководстве, по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан» (2011), позволяют получить глубокое понимание различных аспектов рисков, связанных с природными бедствиями в этом регионе. Данная методология предоставляет комплексный



подход к оценке угроз, обеспечивая системный анализ с учётом географических, климатических и социально-экономических факторов, что способствует более точному прогнозированию и выработке эффективных мер для снижения воздействия стихийных бедствий.

3. Разработаны современные научно обоснованные карты величин удельного экономического и социального риска, возникающего от воздействия природных процессов, с учетом последних достижений в области геоинформационных технологий и моделирования. Карты охватывают широкий спектр природных рисков, таких как землетрясения, наводнения, оползни и другие геофизические явления, и построены в масштабе 1:200 000 и крупнее, что обеспечивает высокую точность и детализированность данных. Все карты интегрированы в систему ГИС-базы данных, что позволяет проводить комплексный анализ различных сценариев воздействия природных процессов и прогнозировать их последствия для социально-экономической инфраструктуры региона. База данных включает информацию о зоне риска, а также экономических и социальных характеристиках, что предоставляет возможность для оперативного принятия решений и стратегического планирования в области управления рисками.

4. В результате разработки и апробации методики оценки риска была использована инновационная картографическая платформа ArcGIS 10, которая позволяет интегрировать различные источники данных и проводить их многослойный анализ. В ходе апробации методики были выполнены расчеты величин экономического и социального риска для нескольких регионов, что подтвердило высокую точность и эффективность предлагаемого подхода. В рамках методики применяются продвинутые алгоритмы прогнозирования, которые учитывают не только текущие природные условия, но и возможные изменения климатических факторов. Это дает возможность прогнозировать долгосрочные риски и разрабатывать меры по их минимизации на основе пространственного анализа и геостатистических методов. Система ArcGIS 10 значительно улучшила качество анализа, обеспечив визуализацию сложных

данных и поддержку принятия решений на разных уровнях управления.

### **Теоретическая и научно-практическая значимость исследования.**

Теоретическая значимость диссертации заключается во вкладе в усовершенствование научной базы по изучению риска, а также в метод оценки экономического и социального рисков потерь от воздействия основных геологических опасностей как источников стихийных бедствий базирующиеся на применение методологии «Руководство, по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан (2011)».

**Практическая значимость исследования заключается:** - в применении предложенного варианта методики экономической и социальной оценки риска при выполнении научно-исследовательской работы: «Региональная оценка риска стихийных бедствий Таджикистана (на основе использования дистанционных методов зондирования Земли из космоса)» НИЦ Государственного комитета по земельному управлению и геодезии Республики Таджикистан (акт внедрения №1/4 от 10.10. 2019 г.); - в использовании в процессе выполнения НИР 2021-2025 гг., ГР №.0122ТJ1446 «Геодинамические проблемы, изменения климата и ее влияние на инженерно-геологические процессы» кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета ТНУ.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Разработана многоуровневая концептуально-методическая схема оценки риска опасных геологических процессов для территории Юго-Западного Таджикистана, основанная на интеграции национального, регионального и локального уровней анализа, обеспечивающая сопоставимость результатов оценки, иерархизацию факторов опасности и уязвимости и возможность их использования в системе территориального планирования и управления рисками.

2. Обоснована система количественных и качественных критериев оценки и картографирования риска опасных геологических процессов, учитывающая современную структуру природно-антропогенных геосистем Юго-Западного

Таджикистана, что позволило уточнить границы зон различной степени риска и повысить достоверность пространственной дифференциации опасных территорий.

3. Установлены закономерности пространственной дифференциации опасных природных и природно-техногенных процессов и социально-экономических факторов уязвимости на территории Юго-Западного Таджикистана, позволившие выявить территории с максимальной концентрацией интегрального риска и определить приоритетные направления мероприятий по его снижению.

**Степень достоверности результатов.** Достоверность результатов подтверждается результатами моделирования с использованием программных комплексов: ArcGIS 10.4 и GoogleEarthPro; высокой сходимостью полученных теоретических результатов с результатами натурных испытаний, не противоречием полученных результатов известным (опубликованным) данным; публикациями основных результатов работы в рецензируемых изданиях ВАК РТ; обсуждением результатов диссертации на конференциях и семинарах, получением рецензий от ведущих специалистов по освещенным в диссертации вопросам; использованием результатов на практике, с оценкой результатов.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертация соответствует паспорту научной специальности 1.6.32. Геоэкология.

**Личный вклад соискателя ученой степени в исследования.** Диссертация является результатом самостоятельных исследований автора и состоит в выборе задач исследований и путей их решения, проведения полевых и экспедиционных работ, анализе и обработке полученных результатов и в разработке рекомендаций, а также в их внедрении в научно-исследовательские и мониторинговые работы. В совместных публикациях доля личного участия диссертанта составляет до 50%. Выбор цели, задач и направлений исследований осуществлены под руководством научного руководителя, доктора геолого-минералогических наук, профессора Саидова М.С.

**Апробация и реализация результатов диссертации.** Основные положения диссертации доложены на следующих конференциях: «Проблемы инженерной геологии и геотектоники Таджикистана и сопредельных территорий», (Душанбе, 2019); международная конференция «Актуальные проблемы и решения развития отрасли геоинформационной системы (ГИС)» (Самарканд, 22-23 октября 2019); Международная научно-практическая конференция «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек, в связи с влиянием изменения климата на ледники и гидроэнергетические ресурсы Центральной Азии», (Душанбе, 2023).

**Публикации по теме диссертации.** Основные положения диссертации опубликованы в 11 печатных работах, 5 в индексируемых РИНЦ и разрешенных ВАК РФ, 1 - в иностранных изданиях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 136 стр. компьютерного текста. Диссертация состоит из введения, 4 глав, 39 параграфов, основных выводов. В работе содержится 17 рисунков (карты, схемы, диаграммы, фотографии) и 6 таблицы. Список использованной литературы включает 122 наименований.

# ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ РИСКА БЕДСТВИЙ

*В первой главе диссертации раскрываются теоретико-методологические основы оценки риска бедствий, определяющие концептуальные подходы к анализу, прогнозированию и управлению рисками природного и техногенного происхождения. Особое внимание уделено уточнению ключевых понятий, составляющих категориальный аппарат современной теории риска, а также рассмотрению основных принципов и направлений методологии его оценки.*

## **1.1. Концепция риска**

«Под риском обычно понимают вероятность нанесения ущерба и степень возможных последствий. Данный термин используется для оценки значимости угрозы или проблемы и показывает, насколько серьёзным может быть её воздействие. В контексте природных катастроф уровень риска определяется тремя основными факторами: мощностью (интенсивностью) опасного явления, степенью подверженности ему определённых объектов и их уязвимостью. Совокупность этих элементов удобно представить в виде модели треугольника риска» (рис. 1.1.1) [103].

Как мы знаем опасные современные геодинамические процессы бывают: природные – в первую очередь, землетрясения, извержения вулканов, оползни, горообразование, наводнения, обвалы, ураганы, снегопады, таяние ледников и т.д. и техногенные – глобальное потепление климата, радиационное загрязнение, загрязнение водных ресурсов, прорыв дамб и платин и др. Время и особенности возникновения этих процессов отличаются друг от друга. Одни проявляются внезапно, а другие последовательно.

Следует учитывать, что высокая интенсивность опасного процесса не всегда означает высокий риск. Если подверженные элементы обладают низкой уязвимостью, степень ущерба может оказаться минимальной.

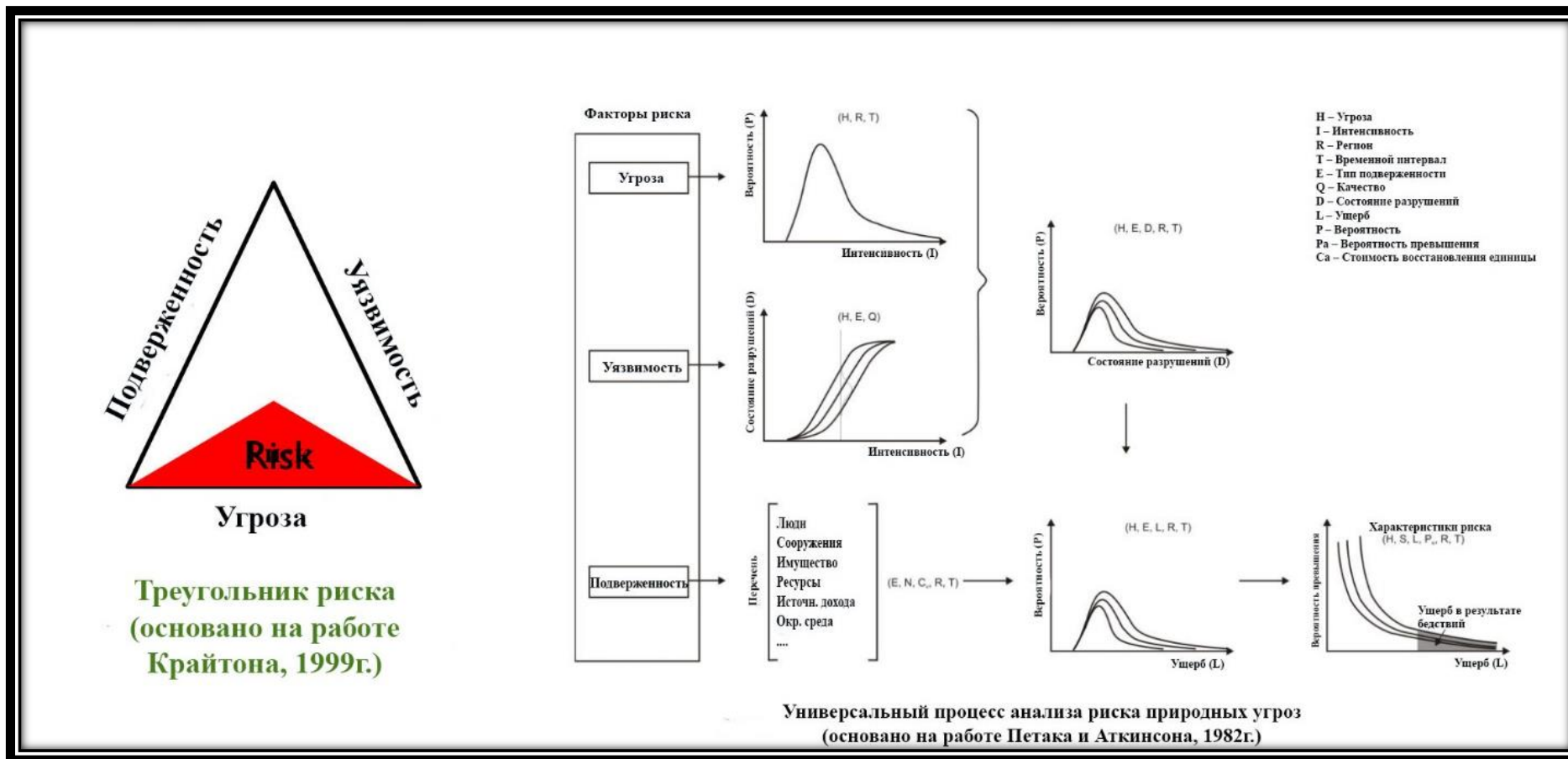


Рисунок 1.1.1. - Треугольник риска [51]

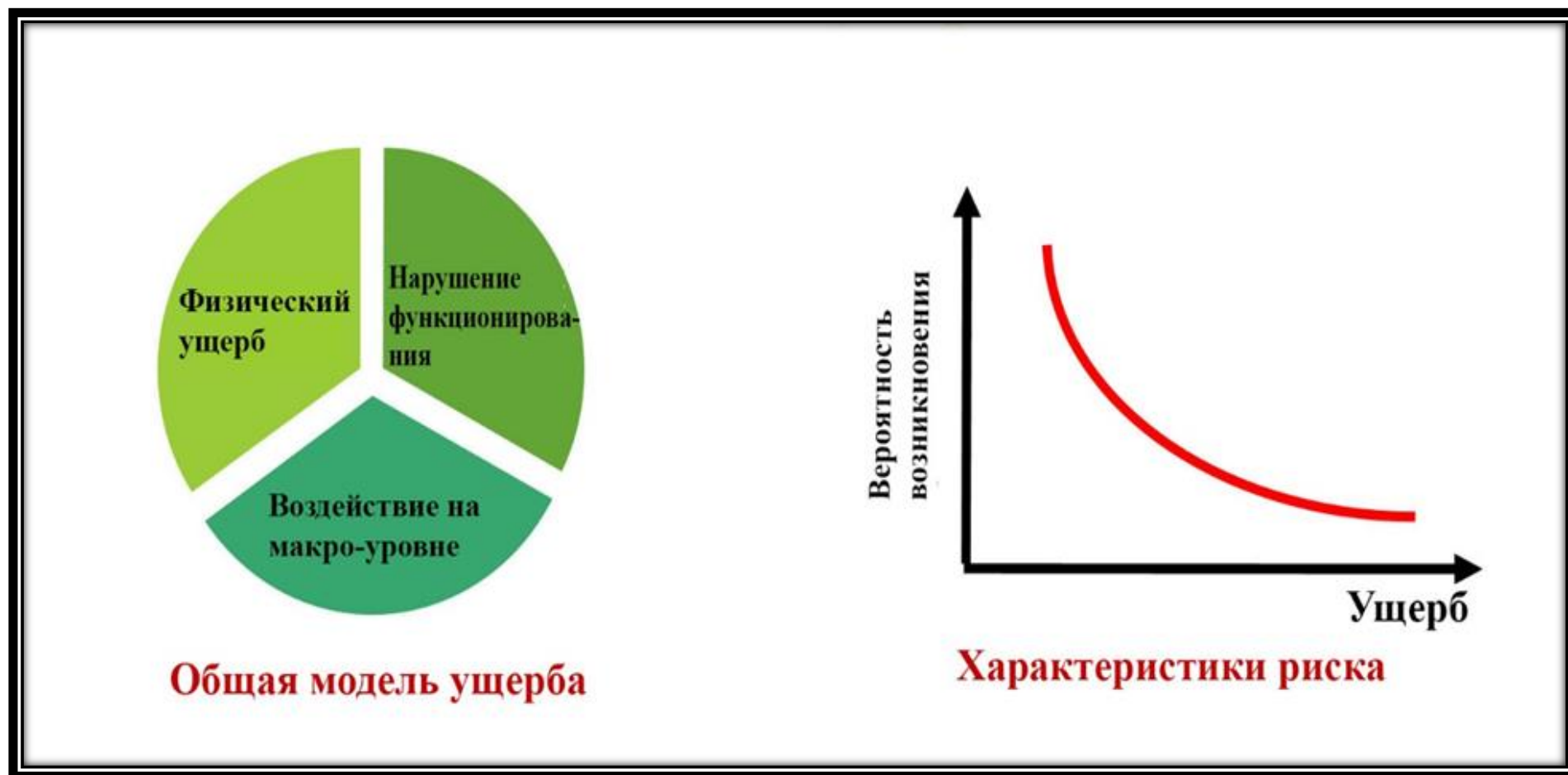


Рисунок 1.1.2. - Общая модель риска [51]

Так, здание, построенное в зоне возможного землетрясения или на склоне, подверженном оползням, может выдержать воздействие благодаря соблюдению норм сейсмостойкого проектирования и качеству конструктивных решений.

### **1.2. Последовательность оценки проявления риска бедствий**

«Оценка риска стихийных бедствий – это процесс определения природы и масштаба риска, угрожающего населенному пункту или обществу, посредством анализа потенциальных угроз и оценки существующих условий уязвимости, которые в совокупности могут привести к потенциальному возникновению ущерба или вреда подверженным риску людям, имуществу, средствам к существованию и окружающей среде, от которой они зависят» [12, 79, 7-А, с.51].

По данным исследователей и специалистов при оценке риска выделяют следующие компоненты: - уязвимость, угроза, подверженность, ущерб, факторы риска и социально – культурные и политические истоки.

### **1.3. Методы исследования и методики проводимых в процессе разработки карт опасных - природных бедствий**

«В качестве основы для подготовки карт опасностей необходимо создать базу данных цифровых материалов. Ее подготовка выполняется в два этапа, на 1 этапе в базу данных необходимо загрузить все собранные из открытых источников и предварительно обработанные цифровые материалы» [94, с. 62].

Процесс подготовки данных включает: конвертацию форматов, перепроецирование (или установку проекции); интеграцию каналов изображений, полученных по данным космических съемок, в т.ч. подбор оптимальных сочетаний каналов; подготовку геораstra.

Для подготовки геораstra необходимо использовать следующие стандартные методики: высокоточное полноцветное сканирование, декомпозиция растровых материалов, геопривязка, ректификация,



перепроецирование в географическую систему координат WGS-84 и экспорт. в формате GeoTiff.

На следующем этапе проявления СБ нам необходимо будет исследовать по следующим видам работ: дополнению действующего информационного массива данными, полученными от партнеров, а также данными разработанными нашими усилиями в пределах данного исследования (оцифровка карт, разработка топологических покрытий, выяснение расположения объектов); интерпретацию, подготовке и загрузке в СБ карт фактического материала по данным космического зондирования Земли (по материалам LandSat ETM+ (RAW Data, ETM 3-Band Color Composites, Natural-Color, ETM 3-Band Color Composites, False Color (ETM Bands 742) Aster, ALI, Hyperion, Orb-View); расчет основных морфометрических показателей рельефа (углов склона, экспозиции склона, вертикальной расчлененности рельефа, профильной кривизны рельефа, плановой кривизны рельефа, полной кривизны рельефа, фокального сглаживания, направления максимального стока, суммарного стока, карта прогноза овражно-балочной сети, плотности и длины овражно-балочной сети) и их загрузка в СБ.

«В процессе работ составляются 2 группы карт – карты фактического материала и карты факторов устойчивости среды. Для создания первой группы карт необходимо провести прямое дешифрирование дистанционных материалов (LandSat ETM+bands 742, Aster, ALI, Hyperion, OrbView), а также анализ и добавление фактических данных, полученных в результате ранее выполненных работ по изучаемой территории, это физические характеристики грунтов, оползневых и селевых проявлений, сведения по проводимым ранее районированиям и т.д.» [94, с. 63].

«Основным источником информации могут служить карты инженерно-геологического содержания, масштаба 1:200000, 1:100000 и монографии по инженерной геологии и гидрогеологии, а также результаты современных исследований. Во вторую группу входят карты (устойчивости), получаемые в результате расчета значимых для развития опасных процессов

морфометрических характеристик рельефа, гидрологических компонент, а также базовых характеристик строения региона. Для учета геологического строения и литологии необходимо создать цифровые геолого-формационные основы» [94, с. 63].

Подготовка карт устойчивости среды по каждому из процессов должна включать оценку факторов, прямо или опосредованно влияющих на возможность возникновения и характер реализации каждого из процессов. После подготовки выше обозначенных блоков необходимо провести интеграцию данных в предварительных картах опасных процессов, которые содержат, как наблюденные данные, так и прогнозные характеристики, и построения.

«Анализ монопроцессных предварительных карт позволят выделить ареалы и точки полевого обследования. При выборе необходимо использовать следующие критерии: места проявления единичных процессов наибольшей интенсивности; места проявления максимального комплекса опасных процессов; ареалы развития опасных процессов, выявленные в результате компьютерного моделирования и требующие заверки полевыми наблюдениями; «типовые» территории, необходимые для корректировки предварительных карт» [16, 17].

После создания монопроцессных карт необходимо построить слой комплексной оценки природной опасности целевого района. Комплексная опасность территории, является итогом взаимодействия всех имеющихся здесь негативных природных процессов. По фактическим данным, собранным в процессе полевых работ необходимо откорректировать (предварительные) карты по каждому из процессов и построить окончательный комплект монопроцессных карт

«В идеале проведение оценки и картирования опасностей должно способствовать повышению информированности органов власти, специалистов и населения о степени риска в конкретной зоне. Такой анализ позволяет объективно оценить уровень опасности, выявить закономерности

распространения последствий уже произошедших бедствий и спрогнозировать их возможное развитие в будущем» [18].

Методы исследования при оценке стихийной бедствии, в зависимости от их проявлении и опасности, по количественным и качественным признаком показано в условных обозначениях и характеристики каждой из тематических масштабах разного содержание и карт, разработанных по проекту ПАЛМ, ЦАИИЗ-ом с участием консультантов из Таджикистана и представленных в трех впервые созданных для трансграничного региона Атласах: Атлас региональных карт природных опасностей высокогорья Памиро-Алая Кыргызской Республики и Республики Таджикистан [3], Атлас карт природных опасностей высокогорья Памиро-Алая Республики Таджикистан [2]. «На начальном этапе проводится оценка опасности отдельного процесса на монопроцессной карте. Для обеспечения сопоставимости информации по различным генетическим группам процессов рекомендуется принять 5 категорий опасности. Критерием отнесения конкретных проявлений опасных процессов к той или иной категории служит их реализация применительно к человеку и объектам его хозяйственной деятельности. Каждая категория описывается числовым выражением» [94, с. 66].

Далее, для получения характеристики по комплексу опасных процессов производится интеграция данных с монопроцессных карт, путем суммирования присвоенных ранее баллов категорий опасностей всех процессов, наблюдаемых на каждом единичном участке исследуемой территории. В результате, появляется возможность охарактеризовать каждую точку исследуемой территории интегральным индексом природной опасности. «При градации индекса комплексной природной опасности территории используют те же 5 категорий, что и при оценке отдельных опасных геологических процессов, но каждая категория является не числом, а диапазоном, и границы выделяемых интервалов разнятся на порядок» [94, с. 66].

Все вышесказанное касалось последовательности работ, проводимых в процессе создания карт природных опасностей. Что касается методики работ создания карт природных опасностей, то необходимо использовать методики на основе использования данных по инженерной геологии (геодинамика), и появляющихся для служб по чрезвычайным ситуациям стран СНГ нормативных правил и требований по оценке чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, разработанной в 1996 году.

### **1.3.1. Определение характеристик и картирование риска**

«Определение характеристик и картирование риска – это первый шаг при оценке риска стихийного бедствия или природной угрозы. Он включает определение характеристик угроз с точки зрения их пространственного распределения, частоты и интенсивности. Он охватывает пять основных угроз, распространенных в Таджикистане, а именно: засухи, оползни, наводнения, землетрясения и ураганный ветер. По каждому виду угроз составляются карты интенсивности угрозы» [104, 105]. На картах угроз обозначаются районы, подверженные угрозам, описываются характеристики угроз и приводятся параметры угроз, включая их силу, частоту, продолжительность, масштаб, интенсивность и вероятность. Этап оценки и картирования угроз также включает создание вероятных сценариев развития каждой угрозы и разработку карт интенсивности угроз [7-А, с.51].

**Оценка и характеристика угроз.** Оценка угроз – это научно обоснованное исследование, которое позволяет нам выявить конкретное место появления и активизация опасных природных рисков, и вероятность их возникновения в течение установленного времени в определенном регионе. Полученные научно обоснованные результаты в весьма значительной степени базируются на имеющейся научной достижений, включая инженерное, геологические, геоморфологические и почвенные карты, климатические и гидрогеологические данные, а также геодезические карты, аэрофотоснимки.

Физически обоснованные модели угроз должны объяснять механизмы возникновения опасных процессов, а также показывать, каким образом они воздействуют на территорию. Несмотря на то, что разные угрозы имеют собственную специфику и требуют индивидуального подхода к моделированию, методологическая основа остаётся общей: она направлена на установление причинно-следственных связей и формирование прогностических сценариев, пригодных для практического использования в системах управления рисками [7-А, с. 53].

Выявление угроз означает процесс определения и описания угрозы, включая ее физические характеристики, масштаб и степень тяжести, вероятность и частоту, причинные факторы и места/зоны воздействия [7-А, с. 53].

Для целей планирования мер по снижению риска мы не рассматривали физические характеристики и причинные факторы подробно, а использовали общие характеристики: описания угрозы; степени тяжести (интенсивности); масштаба (потенциального размера площади воздействия); вероятности/частоты; опасной зоны (местонахождения/области воздействия)

*Информационные продукты:* Зона, подверженная угрозе, достоверные сценария событий, вероятностные карты интенсивности угрозы, зонирование угроз (пять зон). Параметры картирования: масштаб: 1:100,000 или 1: 200 000; классы периодов повторения: Низкий, Средний, Высокий (5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000 лет); классы интенсивности угрозы: низкий, средний, высокий [107].

Таким образом, мы можем разделить проблему на две части: 1) вероятность реализации сценария определенного события; и 2) распространение "события" в атмосфере (например, ураганный ветер), в недрах земли (например, землетрясение) или на поверхности земли (например, наводнение).

*Анализ подверженности.* Определение и анализ элементов, находящихся в зоне воздействия опасных процессов, является вторым шагом в рамках

оценки риска бедствий (ОРБ). На данном этапе выполняется оценка подверженности, которая играет роль связующего звена между анализом угроз и исследованием объектов, способных пострадать в результате их реализации. Под подверженностью понимается количественная характеристика различных категорий объектов, находящихся в опасной зоне: населения, жилого и нежилого фонда, инженерной и транспортной инфраструктуры, а также социально-экономических систем. Она отражает не только численность и пространственное распределение этих элементов, но и их экономическую ценность, конструктивные особенности и степень восприимчивости к потенциальному ущербу [7-А, с. 53].

Таким образом, подверженность можно рассматривать как количественное выражение всего, что может оказаться под воздействием опасного явления в пределах определённой территории [114]. В ходе анализа подверженности целесообразно учитывать следующие показатели: численность населения; количество жилых и нежилых зданий, а также их совокупную стоимость; наличие и характеристики объектов, связанных с обращением опасных веществ; критически важные объекты (системы связи, пожарные и полицейские службы, центры управления при чрезвычайных ситуациях); социально значимые учреждения (больницы, школы, дома престарелых, исправительные учреждения); промышленные предприятия и объекты культуры; элементы инфраструктуры (энергетические, транспортные, водоснабжения и канализации) [111]. Кроме того, важным индикатором выступает хозяйственная деятельность населения, включая источники дохода и производственные мощности.

На практике анализ подверженности чаще всего проводится в ГИС-среде путём сопоставления (оверлея) карт опасностей с картами размещения уязвимых элементов. Полученные результаты агрегируются в пределах административных единиц (районов, городов, областей), что облегчает их интерпретацию и использование при управлении рисками. Важно подчеркнуть, что картографирование подверженности является итеративным процессом,

предполагающим последовательное уточнение данных и охват всех компонентов структуры риска, связанных с каждым рассматриваемым объектом.

*Оценка уязвимости.* При многофакторной оценке риска природных и техногенных угроз наиболее сложным этапом является определение уязвимости. Это связано с тем, что в научной литературе существует множество подходов к её трактовке и методам измерения. Согласно обзору, проведённому Леоном (2006), уязвимость, как правило, характеризуется степенью восприимчивости общества к воздействию опасных процессов и его способностью противостоять их последствиям [7-А, с. 53].

Таким образом, риск можно рассматривать как вероятность наступления негативных последствий или материального ущерба, возникающего при взаимодействии опасных факторов с уязвимой средой.

Уязвимость в контексте природных опасностей является ключевым фактором для понимания масштабов риска. Данный термин носит комплексный характер и не может быть полностью описан с помощью одного метода анализа. Однако отдельные её аспекты поддаются количественному выражению, что позволяет повысить эффективность прогнозных моделей и формировать более целостное представление о совокупном риске [7-А, с. 53].

Изучение количественных методов оценки уязвимости сегодня является важным направлением в области исследований риска. Это способствует развитию риск-ориентированного управления, при котором решения принимаются с учётом вероятных последствий природных угроз. При этом уязвимость можно рассматривать в двух аспектах: структурном, связанном с характеристиками зданий и инфраструктуры, и неструктурном, включающем социально-экономические, демографические и организационные факторы.

*Оценка разрушений и ущерба.* Здесь оценка разрушений и ущерба характеризуется попытку представить в числовом виде масштабы неблагоприятных последствий реализации разрушений и угрозы.

Величины экономического ущерба и разрушений обычно делят на материальный и нематериальный, а также они подразделяют на прямой и косвенный.

Прямой материальный ущерб отражает непосредственные разрушения: повреждение или уничтожение зданий, инфраструктуры, транспортных средств, имущества.

Косвенный материальный ущерб выражается в убытках от нарушения хозяйственной деятельности, перебоев в функционировании транспорта и инженерных коммуникаций, затратах на ликвидацию последствий бедствия и оказание экстренной помощи. Его масштаб во многом зависит от продолжительности перерыва в производстве и возможности использовать альтернативные источники снабжения или рынки.

К категории нематериального ущерба относят более сложные для оценки последствия.

Косвенный нематериальный ущерб включает человеческие потери — гибель или увечья людей, а также утрату значимых личных вещей.

Прямой нематериальный ущерб связан с нарушением нормального образа жизни: сбоям в обучении, ограничением участия в общественной жизни, ухудшением здоровья населения.

Особенностью нематериального ущерба является отсутствие рыночных цен для его количественной оценки. В таких случаях применяются нерыночные методы — расчёт замещающих или условных показателей.

В идеальном случае экономическая оценка бедствий должна охватывать все перечисленные категории ущерба. Однако на практике, особенно на ранних стадиях анализа, часто ограничиваются учётом прямого материального ущерба, поскольку он наиболее очевиден, проще всего поддаётся измерению и может дать консервативную оценку общего масштаба потерь. Именно этот показатель чаще всего используется для анализа ущерба в региональном и национальном масштабе.



## **Метод определения характеристик и картирования угроз**

*Определение характеристик угроз* - это процесс систематического выявления опасных событий, их возможных причин, последствий и общих характеристик – как в качественном, так и в количественном выражении. В частности, определение характеристик угроз включает следующие задачи» [18]:

установить особенности происхождения и распространения для каждой угрозы (т.е. как они образуются, в каком направлении продвигаются и географический охват в масштабе региона);

проанализировать данные о возникавших в прошлом угрозах и сопоставить их с существующими климатическими данными, чтобы определить пороговые значения тяжести последствий (т.е. при какой интенсивности имеют место различные уровни воздействия);

определить масштаб (т.е. размер, интенсивность, амплитуду, локализацию географического охвата) и вероятные сценарии реализации угрозы (т.е. вероятный диапазон масштаба);

установить вероятность и частоту возникновения различных сценариев реализации угрозы.

*Картирование угроз* выполняется для того, чтобы представить интенсивность угрозы в пространственном выражении. Стандартная карта интенсивности угрозы содержит два параметра: интенсивность и вероятность возникновения. Интенсивность различных угроз определяется в самых разных физических показателях, и их вероятность возникновения классифицируется на основе разных пороговых значений. Чтобы результаты оценки риска бедствий было проще понять и использовать неспециалистам, например, партнерам по развитию, практикам в области управления риском бедствий и населению, крайне необходимо представить параметры угроз, т.е. интенсивность и вероятность возникновения, в стандартизированном виде. В будущем лицам, занимающимся практическими аспектами оценки угроз и не осведомленным в технических вопросах, будет проще работать, если бы числовую шкалу

вероятности возникновения угроз можно было соотнести с аналогичной качественной шкалой.

Качественная классификация значительно упрощает интерпретацию и представление вероятности возникновения. Однако следует отметить, что качественные шкалы, как правило, не используются при проведении научной оценки и, следовательно, их использование должно быть ограничено только кругом неспециалистов.

Аналогичным образом, интенсивность угрозы может быть выражена как в цифровых, так и в описательных значениях. Интенсивность угрозы описывает силу события с точки зрения энергии, которая при этом высвобождается. В разных районах интенсивность варьируется и является крайне важным элементом для подробного определения опасных зон. Опять же, для целей настоящего исследования, возможно, было бы полезней представлять интенсивность согласно описательной шкале. Таким образом, в рамках данного исследования предлагается классификация интенсивности угроз, которая разработана для исчисления масштаба реализации угрозы с использованием трех классов: низкий, средний и высокий. Пороговые значения приведены далее в таблице 1.4.1.

### **1.5. Метод географической привязки элементов, подверженных риску**

Для управления в условиях ЧС и подготовки к стихийным бедствиям, а также для планирования, смягчения последствий и восстановления необходима правильная оценка количества групп и подгрупп подверженного риску населения. Однако на основании одних только данных переписи населения невозможно определить, где находится население, и характер его распределения, особенно в крупных, крайне неоднородных сельских районах.

Чтобы оценить подверженность элементов риску в программной среде ГИС, необходимо выполнить географическую привязку всех целевых элементов, подверженных риску. При моделировании подверженности крайне сложно составить картину распределения населения по территории, ввиду

неравномерности такого распределения. Существует два способа создания моделей подверженности элементов на поверхности земли для населения и жилых зданий.

Широко применяется несколько методов создания моделей распределения для подверженных риску элементов, таких как население и жилые здания. Далее представлено краткое описание этих методов.

Метод центроидной локализации (МЦЛ) предполагает выбор только тех целевых полигонов, геометрические центроиды которых находятся в пределах представляющей интерес территории, например, подверженных угрозам районов или зон определенной интенсивности. С помощью этого метода легко создавать модели распределения для населения и жилых зданий, но он имеет и свои недостатки: Подверженность населения может быть переоценена или недооценена в зависимости от места расположения центроидных точек целевых полигонов, хотя они и будут располагаться в пределах зоны затопления, пересекающей территорию территориально-статистической единицы.

**Таблица 1.4.1. - Предлагаемая классификация интенсивности угроз для картирования угроз [18]**

Угроза	Параметр интенсивности	Единица измерения параметра	Пороговое значение интенсивности		
			Низкая	Средняя	Высокая
Землетрясение	ПУГ	см/с <sup>2</sup>	<1	1-2	>2
		G	<0,1	0,1-0,2	>0,2
	Уточненная шкала интенсивности Меркалли	-	<VI	VI-VII	>VIII
	МСК-64 [2, 3]	-	<7	7-8	>9
Наводнение	Глубина затопления	М	<0,5	0,5-2,0	>2,0
Оползень	Индекс подверженности склона (ИПС = 0-1)	-	<0,3	0,3-0,6	>0,6
	Объем	млн. м <sup>3</sup>	<100	100-1 000	>1 000
Камнепад	Объем	м <sup>3</sup>	<10	10-100	>100
Селевой поток	Объем	1 000м <sup>3</sup>	<20	20-50	>50
Лавина [4]	Динамическое давление	кПа	<10	10-50	>50
		Фунтов/на кв. Фут	<200	200-600	>600

Метод взвешенного распределения по территории (МВРТ): Этот метод пространственной интерполяции предполагает однородное распределение населения по всей территории статистической единицы» [78]. Это предположение также становится источником ошибок при попытках точного подсчета для целей анализа в отношении территориально-статистической единицы, имеющей меньший размер или другую площадь для анализа в отличии от исходной [78]. Согласно методу МВРТ, если границы представляющего интерес явления (например, зоны затопления) пересекаются с территориально-статистической единицей (ТСЕ), количество пострадавшего населения определяется на основании пространственного коэффициента.

Если в опасную зону попадает четверть территории, предполагается, что в этой зоне окажется четверть проживающего на данной территории населения. Конечно же, в реальном мире такое предположение является очень грубым обобщением и в условиях крайне неоднородных городских районов может привести к ошибочным оценкам распределения населения с точки зрения количества и процентного соотношения. В рамках одного района переписи и даже групп блоков или блоков очень часто отмечается значительное колебание в отношении землепользования и мест проживания населения. Взвешенное распределение по территории не в состоянии уловить нюансы разрозненного проживания населения в сельской местности.

Взвешенное распределение по территории с фильтрацией данных (ВРФД) представляет собой попытку усовершенствовать МВРТ посредством использования дополнительных наборов данных для того, чтобы отфильтровать нежилые территории. С помощью таких наборов данных отсеиваются районы, где люди обычно не живут (например, парки и водоемы), а затем данные переписи населения перераспределяются только по известным жилым районам, а не по всей площади территориально-статистической единицы. Цель состоит в том, чтобы перераспределить население только в пределах жилых районов. Однако точность этого метода все же недостаточна для проведения анализа

окружающей среды, здоровья населения или риска в условиях сельских районов с низкой плотностью населения.

Дазиметрический метод на основе анализа населенных пунктов (ДМНП) использует экспертную систему и дазиметрическое картирование для разукрупнения данных по группам и подгруппам населения, обеспечивая согласование взвешенных данных по населенным пунктам целевой административно-территориальной единицы с данными гораздо более высокого разрешения, что позволяет составить более реалистичную картину мест проживания и плотности населения» [13].

Для дазиметрического картирования используются вспомогательные наборы данных, чтобы уточнить и перераспределить места нахождения определенных объектов (например, населения) и более точно представить их распределение.

Изучив в полной мере все преимущества и недостатки перечисленных выше четырех методов и учитывая ограниченные сроки, мы решили в рамках ОРБР использовать метод МЦЛ для создания моделей распределения населения и жилых зданий на основании данных переписи населения 2010., укрупненных до уровня сообществ.

### **Методы моделирования уязвимости элементов, подверженных риску**

Термином «уязвимость», как правило, обозначают условия или неблагоприятные условия, включая физические, социальные, экономические и экологические факторы, которые повышают восприимчивость подверженных риску элементов к воздействию угроз. Показатели уязвимости для разных типов подверженных риску элементов сильно отличаются друг от друга, но модели уязвимости для таких элементов можно создавать по единой схеме, описанной далее: определить показатели уязвимости для целевых элементов, подверженных риску; провести анализ чувствительности и определить степень важности показателей уязвимости в конкретных условиях; выбрать показатели уязвимости по признаку их относительной важности, определить необходимый уровень детализации и наличия данных; создать индекс уязвимости.

ИУ принимает значение от 0 до 1, приведенное к процентному выражению числа реализованных показателей социальной уязвимости из общего числа выбранных показателей. Оценить уровень уязвимости целевых элементов, подверженных риску, используя четырех балльную шкалу уязвимости (таблица 1.6.1).

### 1.6.1 Социально-культурная уязвимость

**Концепция социальной уязвимости.** Социальная уязвимость определяется как восприимчивость отдельных групп населения к ущербу, возникающему вследствие реализации природных или техногенных угроз [106]. Она представляет собой совокупность факторов, определяющих степень риска для жизни и источников доходов людей в условиях конкретного опасного события [7-А, с. 54].

**Таблица 1.6.1. - Общая классификация уязвимости [18]**

Класс уязвимости	код	Описание
Высокая степень уязвимости	У1	60-100% из выбранных показателей уязвимости реализовано (значение индекса = 0,6-1,0)
Умеренная степень уязвимости	У2	30-60% из выбранных показателей уязвимости реализовано (значение индекса = 0,3-0,6)
Слабая степень уязвимости	У3	<30% из выбранных показателей уязвимости реализовано (значение индекса = 0-0,3).
Уязвимость отсутствует	У4	0% из выбранных показателей уязвимости реализовано (значение индекса = 0)

*Концепция социально-культурной уязвимости.* Она объясняется как воспринимать населения к ущербу, возникающему в последствие реализации угроз стихийных бедствий [106]. Она характеризуется собой комплекс существующих факторов, определяющих этапы возникновения риска для жизнедеятельности людей и основным источником экономической прибыли в условиях конкретного стихийной бедствии [7-А, с. 54].

Уровень социальной уязвимости варьируется в зависимости от характера угроз и специфики условий. Так, одни и те же группы населения могут быть

чувствительны к последствиям землетрясений, но при этом относительно защищены от наводнений. Более того, даже внутри одного сообщества степень уязвимости различных социальных групп может существенно различаться, что связано с их фактической подверженностью опасным процессам. Важно разграничивать понятие социальной уязвимости и особые потребности социально уязвимых групп, возникающие уже после бедствия и имеющие краткосрочный характер (табл. 1.6.1.1).

Таким образом, социальная уязвимость во многом является отражением глубинных социально-экономических и политических процессов, которые формируют риск и масштабы бедствий. Возраст, инвалидность или иные индивидуальные особенности сами по себе не создают уязвимости — она возникает там, где общество не обеспечивает достаточных условий защиты. Например, пожилые люди становятся жертвами бедствий не только из-за ограниченной мобильности, но и из-за отсутствия эффективных систем транспортировки и эвакуации. Аналогично, глухие люди могут оказаться вне зоны предупреждения, если системы оповещения не учитывают их потребности.

Следовательно, социальная уязвимость—это результат социального неравенства и исторически сложившихся моделей общественных отношений. Она закреплена в глубоко укоренившихся социальных структурах, которые с трудом поддаются изменениям, и потому требует особого внимания при разработке стратегий снижения риска бедствий и защиты наиболее уязвимых категорий населения.

Главная цель исследования социальной уязвимости заключается в выявлении причин, делающих определённые группы более подверженными риску. Такой анализ позволяет объяснить, как социальные характеристики — возраст, пол, этническая принадлежность, уровень доходов — усиливают воздействие бедствий. Примеры из мировой практики подтверждают это: во время урагана «Катрина» (2005 г.) более 70 % погибших составляли люди старше 65 лет; при цунами в Индийском океане (2004 г.) из 300 тыс. погибших

около 240 тыс. приходились на женщин и детей; при землетрясении и цунами в Японии (2011 г.) более половины жертв (56 %) были пожилыми людьми старшего возраста [7-А, с. 54].

**Таблица 1.6.1.1. - Предлагаемая классификация социальной уязвимости и ее влияния на политику [106]**

<b>Классы уязвимости</b>	<b>Код</b>	<b>Описание</b>
Высокая степень уязвимости	СУ1	ИСУ = 0,6-1,0. Большинство населения является социально уязвимым с точки зрения большинства показателей социальной уязвимости. Необходимо срочно принять меры для повышения жизнестойкости их сообщества посредством увеличения государственных средств, выделяемых этим уязвимым территориям, и внедрения механизмов социальной защиты, программ по сокращению бедности на основе изучения структуры ИСУ в дополнение к усилению готовности к бедствиям и совершенствованию систем раннего оповещения и раннего реагирования (РОРР).
Умеренная степень уязвимости	СУ2	ИСУ = 0,3-0,6. - Большинство населения является социально уязвимым с точки зрения некоторых показателей социальной уязвимости. Жизнестойкость сообщества можно повысить за счет улучшения государственных инвестиций и социальной защиты, а также программ по сокращению бедности.
Слабая степень уязвимости	СУ3	ИСУ = 0,0-0,3. Некоторые жители уязвимы с точки зрения некоторых показателей социальной уязвимости. На этих территориях следует улучшить механизмы социальной защиты и обеспечения готовности к бедствиям.
Уязвимость низкая или отсутствует	СУ4	ИСУ = 0. Большинство населения не является уязвимым с точки зрения большинства показателей социальной уязвимости. Однако следует поддерживать осведомленность о риске и системы раннего оповещения.

## **1.6.2. Физическая уязвимость**

*Концепция физической уязвимости.* Физическая, или структурная, уязвимость понимается как восприимчивость элементов искусственной среды — прежде всего зданий и сооружений — к повреждению и разрушению под действием природных или техногенных опасностей. Она определяется сочетанием факторов, которые задают, в какой мере конкретные конструкции могут пострадать при реализации чётко определённого по масштабу и характеру события. Поскольку воздействие имеет материально измеримую



природу, структурная уязвимость может быть выражена количественно через показатели ожидаемой степени повреждения при заданной интенсивности опасного процесса.

Наиболее развитые модели уязвимости фокусируются на поведении фонда зданий как ключевого компонента антропогенной (застроенной) среды. Их разработка и проверка требуют совмещения трёх источников данных: (1) эмпирики после бедственных обследований, фиксирующих реальные картины повреждений; (2) результатов физического моделирования — испытаний на вибростендах и в аэродинамических трубах; (3) вычислительных экспериментов с применением современных методов численного моделирования. При переносе таких моделей между регионами существенную роль играют различия в конструктивных системах, материалах и нормативной базе, поэтому неизбежны адаптация, калибровка и локальная валидация. В мировой практике ориентиром служат, в частности, семейства моделей, лежащие в основе системы HAZUS, применяемой в США для оценки риска землетрясений и других опасностей; вместе с тем прямое заимствование без учёта местных условий недопустимо. Для критической инфраструктуры (инженерные сети, транспорт, объекты жизнеобеспечения) дополнительной проблемой выступают межсистемные зависимости: именно они нередко определяют масштаб каскадных отказов и длительность восстановления.

Оценка физической уязвимости сосредоточена на объектах искусственной среды — жилых и общественных зданиях, сооружениях, линейной инфраструктуре и дорожной сети. Она включает анализ действующих норм проектирования и строительства, факторов размещения (геология, сейсмика, затопляемость и т. п.), текущего технического состояния, режима эксплуатации и качества обслуживания. Такая оценка — практический инструмент для: выявления слабых мест применяемых технологий и практик содержания; выбора безопасных площадок и регламента эксплуатации; приоритизации ресурсов на усиление, модернизацию и восстановление. В

результате формируется обоснованная основа для риск-ориентированного управления устойчивостью застройки.

### **1.7. Метод оценки состояния разрушений и подсчета ущерба**

Этот метод был специально разработан для неспециалистов для самостоятельного проведения оценки риска и обновления характеристик риска. Данный метод состоит из трёх взаимосвязанных инструментов: классификация состояния разрушений и критериев денежной оценки, матрица повреждаемости для конкретных угроз и матрица стоимости восстановления для конкретной территориальной единицы. С помощью этих трех инструментов руководители и конечные пользователи могут обновлять характеристики риска самостоятельно, когда изменяются карты угроз или показатели подверженности, или уязвимости.

#### **1.7.1. Классификация состояния разрушений.**

Степень разрушений для каждой группы подверженных риску элементов может быть определена на основании: анализа информации о различных состояниях разрушений каждой группы подверженных риску элементов после бедствий; использования для оценки методов теоретических расчетов, основанных на детерминированном, а иногда и на вероятностном подходе, для определения предельных состояний подверженных риску элементов; испытаний некоторых элементов зданий на динамические нагрузки; экспертной оценки ведущих специалистов в области оценки разрушений и ущерба.

«Приведенная далее классификация состояний разрушения для жилых зданий (табл. 1.7.1.1) основана на шестибалльной шкале разрушений, предложенной ОВКГ (2003), и EMS-98» [102]. Характеристики риска - это описание факторов риска, существующих в течение определенного периода времени (например, короткий период: 0-5 лет или менее, средний период: 5-10

лет, длительный период: 10 и более лет), с учетом сценариев угроз / событий, потенциальных разрушений и ущерба, и вероятности возникновения.

**Таблица 1.7.1. - Предлагаемая классификация состояния разрушений и предлагаемые критерии оценки [102]**

Состояние разрушений	код	Описание	Предлагаемые Критерии для оценки
Полное обрушение	D1	Более 50-100% элементов повреждено или полностью разрушено в результате одного или нескольких из перечисленных далее факторов: места расположения, фундамента, конструктивного решения, материала, содержания, возраста и защиты.	100%
Значительные разрушения	D2	25-50% элементов повреждено в результате одного или нескольких из перечисленных далее факторов: фундамента, конструктивного решения, материала, содержания, возраста и защиты.	37,5%
Умеренные разрушения	D3	10-25% элементов повреждено в результате одного или нескольких из перечисленных далее факторов: фундамента, конструктивного решения, материала, содержания, возраста и защиты.	17,5%
Легкие разрушения	D4	Менее 10-50% элементов повреждено в результате одного или нескольких из перечисленных далее факторов: фундамента, конструктивного решения, материала, содержания, возраста и защиты.	5%
Разрушения незначительные или отсутствуют	D5	Пострадало только имущество внутри зданий. Физический ущерб минимален.	1%

Более всесторонние характеристики риска могут включать воздействие риска, классификацию факторов риска, определение относительного приоритета рисков, уровни рискоустойчивости, взаимосвязь между различными уровнями риска, пути оценки риска (качественной и количественной), ключевые области/очаги риска, меры по снижению риска, потенциал подверженных риску людей осуществлять меры по управлению риском, потребности и инструменты в области обучения и т.д.

«Для определения характеристик риска существует множество способов. Наиболее простые из них основаны на статистических данных о событиях прошлых лет и их воздействии. Например, риск наводнения, как правило, определяется на основе предположения, что наводнения в будущем будут иметь такие же особенности, что и наводнения в прошлом» [120].

Таким образом, при наличии достаточного количества данных о событиях, происходивших в прошлом, можно легко определить уровень риска. Однако многие природные угрозы имеют мало (или не имеют вообще) исторических прецедентов, на основании которых можно было бы оценить риск должным образом. В особенности это относится к редким и экстремальным событиям, которые могут иметь самые серьезные последствия для общества.

В идеале, при составлении характеристик риска учитывается информация о событиях прошлых лет наряду с социальными моделями сообществ, экономическими моделями и физическими параметрами геологических процессов, чтобы оценить вероятность и воздействие будущих событий. Для правильной оценки риска необходимо моделирование вероятности множества событий и их воздействия. Таким образом, разрабатываются тысячи сценариев с помощью компьютерного моделирования, при котором применяются сложные методики вычислений для определения закономерностей взаимодействия между угрозами и подверженными риску элементами и связанными с ними факторами уязвимости.

Существует пять способов наглядного представления полученных характеристик риска - в виде таблицы, диаграммы, матрицы риска, кривой риска и карты риска. Таблицы и диаграммы пользуются большой популярностью и знакомы большинству людей.

### **Выводы по главе**

Проведённый анализ теоретических основ и методологических подходов к оценке риска природных катастроф позволяет заключить, что риск представляет собой комплексную категорию, характеризующую вероятность

возникновения опасных явлений и степень их последствий. Он определяется сочетанием трёх ключевых факторов — интенсивности природной угрозы, подверженности объектов воздействию и их уязвимости. Совокупность этих элементов образует концептуальную основу модели «треугольника риска», применяемую для системного анализа природных и техногенных угроз.

Методология картографирования природных опасностей опирается на формирование единой базы цифровых данных и последовательное выполнение процедур преобразования, геопривязки и анализа пространственной информации. Важнейшим этапом является определение характеристик угроз, их пространственного распределения, частоты и интенсивности, что обеспечивает построение карт вероятных сценариев развития событий [7-А, 8-А].

Оценка подверженности включает выявление и количественное описание элементов, находящихся в зоне воздействия опасных процессов — населения, зданий, инфраструктуры и социально-экономических объектов. Этот этап служит связующим звеном между анализом угроз и уязвимости, позволяя определить масштабы потенциального ущерба. Уязвимость рассматривается как мера восприимчивости общества и его инфраструктуры к негативным последствиям СБ. Она проявляется в двух основных формах — социальной (зависимой от демографических, экономических и культурных характеристик населения) и физической (определяемой конструктивными особенностями зданий и сооружений) [7-А].

Таким образом, комплексная оценка риска природных катастроф основывается на интеграции анализа угроз, подверженности и уязвимости. Такой подход обеспечивает возможность количественного выражения потенциальных потерь, разработки сценариев развития ЧС и создания обоснованных карт природных опасностей, служащих базой для систем управления рисками и планирования мер по снижению последствий стихийных бедствий.

## **ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНОЙ СИТУАЦИИ РАЙОНА РАБОТ И ЕГО ТЕХНОГЕННАЯ ОСВОЕННОСТЬ**

*Глава содержит обзор и анализ предыдущих исследований по геологии, инженерной геологии и подземным водам, а также описание геолого-структурных, инженерно-геологических и гидрогеологических условий района. Выполнен комплексный анализ ранее опубликованных материалов, изучены карты и проведены полевые и камеральные работы.*

### **2.1. Характеристика природных условий**

#### **2.1.1. Географическое местоположение района работ**

Таджикская депрессия, выделяемая как район исследования, занимает юго-западную часть республики и известна под названием Юго-Западный Таджикистан. Таджикская депрессия расположена между Южным Тянь-Шанем (предгорьями Гиссарского и Алайского хребтов) на севере, Юго-Западным Дарвазом и афганским Бадахшаном на востоке, Северо-Афганским поднятием на Юге и краем Туранской плиты на западе (рис. 2.1.1.1). «Таджикская депрессия в пределах республики ограничена с севера Вахшским краевым разломом, а на юго-востоке зоной Дарваз-Каракульского разлома» [40- 42, 77]. Территория работ простирается на 42-45 км с севера на юг, ширина варьируется от 13 до 27 км: 26-27 км на юге и 13-21 км в центральной и северной частях. Природные условия района представлены на физической карте Республики Таджикистан масштаба 1:350 000 (рис. 2.1.1.1).

#### **2.1.2. Обзор, анализ и методы оценка ранее проведенных работ**

«Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования территории делятся на несколько этапов: довоенные (1933-1942 гг.), первые послевоенные (1944-1956 гг.), активного промышленного освоения (1956-1969 гг.), изучение геологических процессов (1969-1992 гг.) и постсоветский период.

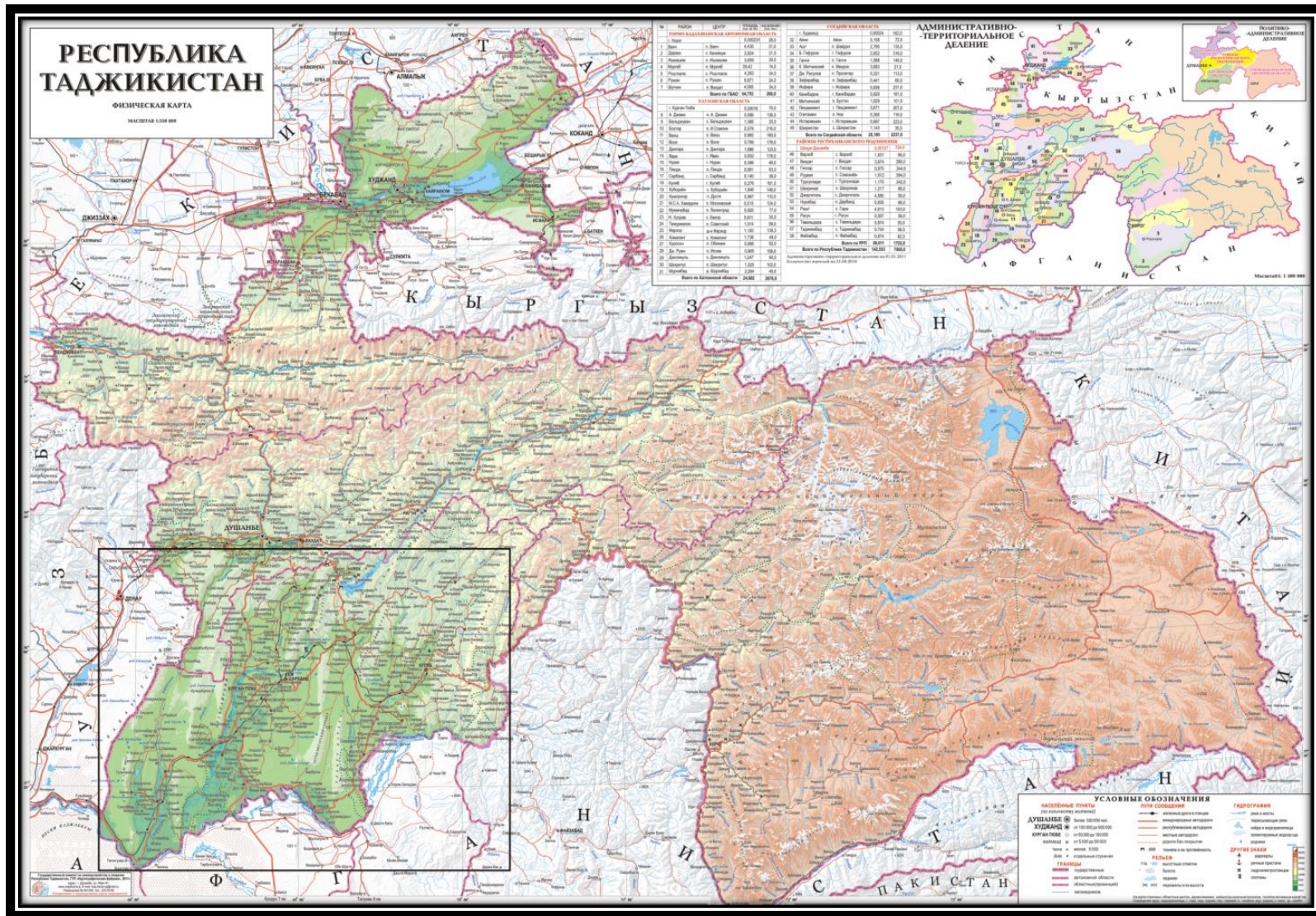


Рисунок 2.1.1.1. - Исследуемая территория в пределах Республики Таджикистан [68]

На первых двух этапах проводились разрозненные исследования для отдельных объектов, такие как трасса канала Пушиён (1933), железная дорога Курган-Тюбе – Куляб, водозабор канала Халкаджар в долине реки Пяндж и другие.

На третьем этапе объем исследований значительно возрос, работы проводились Управлением геологии Таджикской ССР и рядом институтов, включая «Таджикгипроводхоз», «Таджикгипрозем», «ТаджикГИИНТИЗ» и «Таджикгипрострой» [94, с.14].

«Четвертый этап (1969–1992 гг.) был ключевым для разработки защиты территории от негативных геологических процессов [76]. Аномальные осадки зимы 1969 года стали толчком для начала систематического изучения оползней и обвалов. В этот период было зафиксировано массовое проявление оползней, причинивших значительный ущерб экономике» [94, с. 15].

Исследования и изыскания вышеперечисленных организаций характеризуются определенными направлениями и назначениями. За этот период выполнены следующие работы: по переустройству и развитию орошения в Фархорском районе; инженерно-геологические исследования с целью орошения земель, расположенных выше канала Арал-Курбоншаит, урочище Арпа-Тугульды, Тоштепа и по трассе канала Танапчи; по переустройству и развитию орошения второй очереди Фархорского района; инженерно-геологические исследования в урочище Кок-Куль Фархорского района и т.д.

Под руководством Сквалецкого Е.Н. [59] выполнен комплекс инженерно-геологических исследований для обоснования проекта «Орошение Дангаринского массива». В тексте отчета дана характеристика водоносных горизонтов дочетвертичных отложений, особое внимание уделено характеристике грунтовых и межпластовых вод четвертичных отложений. Приводится баланс грунтовых вод и дан прогноз подъёма уровня воды с целью берегоукрепительных работ по реке Кызылсу. Весь имеющийся материал этого периода достаточно полно отражает общий характер инженерно-геологических



условий проявления геологических процессов в Кулябской области и представляет лишь общие черты площадного распространения отдельных типов селей, оврагов, карста.

Управлению геологии Таджикистана было поручено проведение специальных инженерно-геологических исследований на всей территории республики, направленных на выяснение степени опасности воздействия экзогенных геологических процессов на населенные пункты и народно – хозяйственные объекты, определение участков первоочередного переселения, установление направления дальнейших исследований для обоснования эффективности освоения территорий при широком масштабе проявления процессов.

«В последующие годы Таджикское геологическое управление совместно с Таджикским национальным университетом, при методическом сопровождении МГУ и Академии наук Таджикистана, провели комплексные инженерно-геологические исследования по всей территории страны, кроме Памира. Были закартированы более 50 тысяч оползней и обвалов, из которых около 40 тысяч в Центральном и Юго-Западном Таджикистане. В междуречье Шуробдарья и Яхсу зафиксировано 960 оползней, включая 430 оползней-потоков и 50 блоковых» [80,81].

Исследования показали несколько ключевых особенностей: линейная и площадная зависимость процессов от основных тектонических структур с различиями в типах смещений; связь оползней и обвалов со склоновой эрозией, осыпями, селями и оврагами; частое влияние высокой сейсмичности на образование оползней и обвалов.

После катастрофического многоводного 1969 года появился ряд работ И.В. Преснухина [48, 49, 92], в которых он представляет описание основных типов оползней, механизмов их смещения в различных литологических разностях пород, устанавливает некоторые региональные закономерности их проявления [94, с.16]. Автором особое внимание уделяется влиянию климатического фактора (сезонное увлажнение, осадки) на образование

оползней в лессовых породах и зависимость смещений от крутизны и экспозиции склонов. Сейсмогенные оползни автором отдельно не рассматриваются, хотя правильно отмечается влияние землетрясений на образование оползней в прочных породах. Анализ оползневого процесса выполнен на мелкомасштабной (1:1000 000) основе и носит обзорный описательный характер.

В работах рассматриваются многофакторные гравитационные процессы, включая оползни и обвалы [26-31]; влияние неотектоники и климата на формирование склонов и сейсмическую активность [35, 36]; сейсмогенные оползни и обвалы [10-13]; динамика оползней в разных литологических [60, 61, 71].

С развитием горных территорий с 60-х годов землетрясения стали рассматриваться не как катастрофы, а как фактор, влияющий на гравитационные процессы.

«Физическая природа землетрясений, их сейсмическая позиция, характер сейсмических колебаний, сила воздействия на природную среду, изменения среды представлены на основе изучения почти всех известных сильных землетрясений 20-го столетия на Кавказе, в Забайкалье, в Центральной Азии: Копетдагское, Гармское (1943), Файзабадское (1943), Каратагское (1907), Хаитское (1949) и др.» [4, 7, 51, 62, 65].

Одновременно за рубежом появляются серии специальных работ, также отражающих специфику проявлений гравитационных смещений при участии сейсмичности. Наиболее крупными из них являются работы К. Терцаги [64, 65]. К. Терцаги рассматривает характер перемещения массива при медленном пластическом смещении и быстрой разгрузке (обрушении) и устанавливает причины оползнеобразования в двух классах: внешние – увеличивают силу сдвига, оставляя неизменными величины сопротивления сдвигу; внутренние – изменяющие сопротивление сдвигу.

Полная и весьма богатая информация о гидрогеологическом строении и инженерно-геологических условиях района исследования отражена в трудах

«Специальная инженерно-геологическая карта районирования Таджикской ССР по условиям развития экзогенных геологических процессов», масштаб 1:500000 [87], «Специальная инженерно-геологическая карта районирования к обоснованию схем инженерной защиты от оползней, обвалов и селей» в масштабе 1:100000 для Южно-Гиссарской зоны (Кулябская область и Вахш-Кафирниганская зона)», выполненной Институтом ГИДРОИНГЕО в период 1976-1984 гг. [84].

Наибольший интерес представляет проект «Изучение по предотвращению стихийных бедствий на реке Пяндж», целью которого является повышение безопасности населения и уменьшение ущерба от наводнений в районе Хамадони [85]. Основной инженерной задачей проекта является обеспечение стабильности течения реки Пяндж, что достигается через инженерно-геологические исследования.

В методическом аспекте последних лет представляют интерес работы Саидзода С.М. [56, 57], Ищука Н.Р., Ищука А.Р. и др. [32], Саидова М.С., Пильгуя Ю.Н. и др. [54, 95, 96], Саидова М.С. Шомахмадова А.М. и др. [2, 3], Шомахмадов А.М. Саидов М.С. и др. [101-109].

### **2.1.3. Геологическое строение**

#### **2.1.3.1. Стратиграфическая характеристика территории**

*Терригенно-соляно-гипсовые осадки верхней юры.* «Самыми древними из обнажающихся мезокайнозойских отложений центральной части Таджикской депрессии являются терригенно-соляно-гипсовые осадки верхней юры. Представлены песчаниками, алевролитами и глинами с прослоями гравелитов, гипсами, ангидритами и линзами каменной соли. Слагают крупные соляные купола: Ходжа-Мумин, Ходжа-Сартез, Танапчи и др.; соляные отложения в долине Вахша в Придарвазье. Мощности отложений 100-300 м, а мощности солевых толщ до 700 м» [46]. На территории депрессии выделяются геологические районы: Душанбинский, Кафирниганский, Вахшский, Кулябский, Заалайский и частично Дарвазский. Таджикская депрессия

объединяет широкие межгорные впадины, выполненные лессовидными и обломочными четвертичными отложениями, и разделяющие их меридионально вытянутые низкие хребты. Последние представлены системой линейных гребневидных складок, сложенных мезозойскими и кайнозойскими осадками. Характерно наличие соляно-купольных структур. Пониженные пространства между хребтами занимают долины рек и предгорные шлейфы слившихся конусов выноса. Ширина долин увеличивается с северо-востока на юго-запад от 3 км до 20 км. Длина депрессии в широтном направлении достигает 400 км. Основные хребты: Актау, Каратау, Тереклитау, Вахшский, Сурхку и др. Реки: Кафирниган, Вахш, Кызылсу, Яхсу и др.

*«Нижнемеловые осадки* представлены преимущественно красноцветными континентальными образованиями; песчаниками, известковистыми и песчаными глинами, верхнемеловые переслаивающейся толщей красноцветных континентальных песчано-гравийных, глинистых осадков и пестроцветных, серых морских и лагунных песчаников, глин и известняков, иногда гипсов. Общая мощность осадков мела изменяется от 300 м до 2300 м. В Кафирниганском районе мощность сеномана 200-300 м, турона 100-170 м. В Вахшском районе осадки сеномана 220-260 м, турона 110-200 м. Осадки коньяк-маахстрихтского ярусов мела развиты в тех же районах, где и отложения сеномана-турона, аналогичны им по составу. Мощность коньяк-маахстрихтских слоев в Кафирниганском районе 250-550 м, в Вахшском 400-600 м» [46].

Анализируя геологическое строение и состав осадков мела, можно отметить увеличение их мощностей в направлении с севера от предгорий Гиссара на юг. Характерно и общее изменение крупности материала в направлении с северо-востока на юго-запад. Это говорит о преобладающей роли поступления обломочного материала с востока, с возвышенностей Северного Памира и в значительно меньшей степени со стороны Гиссарского хребта. На протяжении всего мелового периода господствует жаркий климат. Осадки, накопившиеся в меловой период на территории Таджикской депрессии,

принимают участие в формировании основных структур и представлены отложениями всех ярусов. К началу палеогена наступает общее региональное воздымание территории. Осадконакопление сменяется размывом отложившихся к этому времени пород.

*Меловой период* без существенных тектонических перестроек сменяется палеогеновым. С его наступлением снова устанавливается морской режим с жарким климатом. Образуются бухарские слои известняков, туркестанские пестроцветные слои песчаников, известняков и глин. Карбонаты отлагаются преимущественно в центральной, глубоководной части. Более крупный материал - к периферии бассейна. В палеогене вплоть до олигоцена снова усиливаются пульсирующие тектонические движения, расширяются зоны прогибаний.

*«Палеоценовые осадки, акджарские слои, в Вахшском районе представляют красноцветными глинами, алевролитами и песчаниками с прослоями доломитов, известняков и мергелей, перекрыты гипсами и ангидритами. Их мощность 220 м. В Кафирниганском районе акджарские слои представлены сероцветными переслаивающимися гипсами, доломитами и известняками общей мощностью 50-230 м. Бухарские слои палеоцена сложены карбонатными и гипсово-карбонатными осадками: известняками, доломитами, мергелями с прослоями гипсов и многочисленными остатками фауны и развиты в Кафирниганском и Вахшском районах, где их мощность изменяется в пределах 50 - 230 м» [46].*

Отложения, относящиеся к эоценовому и олигоценовому отделам палеогена, выделяются в тех же районах, где и палеоценовые осадки. Мощность слоёв эоцена и олигоцена достигает 250-700 м. В пределах исследуемой нами территории сузакские слои представлены глинами с прослоями мергелей, известняков, песчаников, алевролитов, горючих сланцев, фосфоритов. В южных частях Кафирниганского и Вахшского районов в составе этих осадков преобладает глинистая фракция.

«Алайские слои состоят из глин, мергелей, известняков, доломитов, песчаников, а также конгломератов и гипсов с устричной фауной. Эти отложения распространены в Кафирниганском и Вахшском районах, их мощность достигает 50-250 м. Туркестанские осадки представлены серыми и зеленоватыми глинами, с карбонатными слоями, мергелями, известняками, алевролитами и песчаниками, мощность которых увеличивается от центра Таджикской депрессии к периферии (15-125 м). В Риштанских отложениях встречаются вулканический пепел и гипсовые прослои, мощность осадков варьируется от 70 м в Кафирниганском районе до 185 м в Вахшском» [46, 47].

Исфаринские и ханабадские слои представлены зеленовато-серыми глинами с прослоями мергелей, известняков, песчаников и алевролитов. Мощности их также различны: от 15-20 до 115 м в Кафирниганском и Кулябском районах и от 20 до 185 м в Вахшском районе. Сумсарские слои на крайнем юго-востоке Кафирниганского района частично сохранились в виде коричневых глин мощностью 3-38 м. В остальных районах сумсарские осадки представлены глинами, песчаниками, алевролитами мощностью от 17 до 75 м. Исключением является Вахшский район, где их мощность наиболее велика и достигает 100 м. К шурысайским осадкам относятся слоистые толщи красноцветных песчаников, алевролитов и глин, иногда с гипсами. Мощность этих осадков в Кафирниганском до 50 м, в Вахшском и Кулябском 125 м.

В исследуемых территориях, особенно в пределах Таджикской депрессии к миоценовому периоду относятся отложения бальджуанской свиты: красноцветные переслаивающиеся песчаники, конгломераты, алевролиты с прослоями глин. Они в основном распространены в пределах Юго-Западном Таджикистане и в районах сопряжения Таджикской депрессии с горным обрамлением, вдаваясь в пределы этих регионов. Площади развития этих отложений находятся в пределах Кафирниганского, Вахшского и Кулябского районов. Мощности их изменяются от 100-250 до 1000-1200 м с увеличением в южном, юго-западном направлениях и от периферии депрессии к центральным

частям [47]. Здесь же выделяется хингоуская свита. Она расположена в тех же районах, что и бальджуанская, кроме Вахшского района.

«Хингоуская свита представлена серыми, иногда буровато-фиолетовыми песчаниками, конгломератами с линзами и прослоями гравелитов, алевролитов и глин. В районах развития хингоуской свиты распространены и отложения тавильдаринской свиты: гравелиты, песчаники и алевролиты. Мощности пород этой свиты в Кулябском районе достигают 2000 м. В Кафирниганском и на ограниченной площади Вахшского районов выделяется Кафирниганская свита грубослоистых массивных серых песчаников с прослоями гравелитов и конгломератов мощностью 400-1800 м» [47].

*Раннечетвертичный период* по условиям формирования осадков не отличается резко от предшествующего неогенового периода и выделяется частично как позднеогеновый-раннечетвертичный.

К верхнеплиоценовым – нижнечетвертичным отложениям отнесены пестроокрашенные песчаники, алевролиты, глины и конгломераты с прослоями гипсов, и каменная соль мощностью 200-500 м и более. Лучше всего эти отложения обнажены и сохранены в верховьях бассейнов рек Кызылсу и Яхсу, особенно в долине р. Куруксай. В других районах осадки этого комплекса мощностью до 500 м и более залегают в основании разреза четвертичных отложений и в различной степени деформированы. Различны они по происхождению: аллювиальные, пролювиальные, делювиальные.

Аллювиальные осадки выделяются на склоне, в антиклинальных структурах Карабура, Кызылтумшук, Акбашадыр и др. Пролувиальные осадки кулябского комплекса отложились по периферии горных поднятий во внутренних районах Таджикской депрессии и по поднятию ее горного обрамления. Наибольшие мощности этих осадков, до нескольких сотен метров, образовались в Бешкентской долине и в низовьях долины Кафирниган.

Отложения илякского комплекса представлены лессовидными суглинками с песчано-гравийно-галечниковыми или щебнисто-дресвяными образованиями в основании разреза. Они слагают террасы в верхних частях

склонов относительно невысоких поднятий и сглаженные водоразделы, адырные участки зон сопряжения Таджикской депрессии с горным обрамлением. Террасированные поверхности отложений илякского комплекса повсеместно достаточно легко выделяются. В центральных районах их мощность достигает 200-500 м. Ближе к горному обрамлению мощности уменьшаются до полного выклинивания.

Изменчив и их состав в направлении от долины к коренному массиву (вглубь склона). Однородные со стороны длины толщи лессовидных суглинков ближе к массиву отягощаются обломками местных пород. В их массе наблюдаются линзы и прослои щебнисто-дресвяных образований. Грубеют и подстилающие их песчано-гравийно-галечниковые отложения. Аллювиальные по генезису, они ближе к коренным массивам постепенно сменяются щебнисто-дресвяными делювиально-пролювиальными отложениями. Иногда их состав говорит в пользу обвального-оползневого генезиса.

Отложения душанбинского комплекса слагают тела двух, а иногда трех регионально выдержанных низких террас, которые хорошо прослеживаются вдоль всех речных долин, образуя их плоские днища. В равнинной части Таджикской депрессии осадки душанбинского комплекса вложены в рыхлые отложения илякского комплекса. В горных районах они залегают на коренных породах, на эрозионной террасированной поверхности, выработанной в позднечетвертичное время. Высоты террас изменяются вниз по течению от 15-50 до 70-100 м. Не однороден и их состав. В центральных районах отложились аллювиальные и аллювиально-пролювиальные галечники, пески и суглинки. Во впадинах накапливается более мелкообломочный супесчано-суглинистый материал. К подножию гор состав грубеет, замещаясь галечниками и валунно-галечниками.

В горных районах в составе душанбинских террас преобладают галечники с прослоями и линзами грубообломочного пролювия: щебня, камней, глыб. Меняется и мощность осадков от 100-250 м во впадинах и переуглубленных местах долин до 50 м и менее к горам. Кроме того, к



душанбинскому комплексу относятся делювиальные, пролювиальные и коллювиальные отложения, залегающие сплошным покровом на пологих склонах и образующие подгорные шлейфы в основании крутых высоких склонов. По составу это супесчано-суглинистые и суглинистые породы с различным процентным содержанием обломков местных коренных пород в виде щебня, дресвы и камней. Мощности этих образований изменяются от 10-15 м в основании склонов до двух – одного метра и менее в их верхней части.

«Амударьинский комплекс пород и образованный им рельеф отличается свежестью форм и находится в стадии формирования. Эти отложения слагают современные русла, поймы, первые надпойменные террасы и сопряженные с ними тела делювиальных образований, тела конусов выноса, обвалов, оползней, селевых выбросов и других аккумулятивных тел, и форм иного генезиса, в том числе антропогенного. Представлены песками, гравием и галечниками в основании разреза и супесчано-суглинистыми образованиями в его верхней части. Высота террас от 2-5 до 10-15 м. По данным бурения и данным геофизики [81, 82], предполагается, что в частных впадинах, таких, как Вахшская, Кызылсу-Яхсуйская, Фархор-Чубекская и других мощность осадков душанбинского комплекса достигает 150-200 м».

#### **2.1.4. Тектоника и сейсмичность**

Опираясь на работы С.А. Захарова [21-24], И.Е. Губина [19, 20], Н.П. Костенко [37-39], И.И. Трофимова [66-67], О.К. Чедия [73-76], В.А. Васильева [9], В.М. Реймана [53], А.М. Бабаева [4-7], М.Х. Ишанова и др. [1-А, 2-А], и других, при рассмотрении геологического развития Таджикской депрессии в целом можно заключить, что большинство крупных тектонических структур зародилось в палеозое и развивалось в дальнейшем одновременно с накоплением осадков по унаследованному плану простирания и в соответствии со структурно-эрозионными формами фундамента.

Мезо-кайнозойский покров наследует все крупные структурно-эрозионные формы складчатости фундамента и все его крупные разрывные

нарушения. Весь мезозой и палеоген характеризуются длительным и относительно спокойным опусканием, на фоне которого происходят дифференцированные движения положительного знака. Поэтому опускание на всем протяжении от триаса до конца неогена играло главную роль в формировании и развитии основных структурных элементов Таджикской депрессии.

Значительная территория Юго-Западного Таджикистана в настоящее время представляет собой район развития широких долин-синклиналей, разделенных узкими хребтами, построенными либо гребневидными антиклиналями, либо односторонними горстами (рис. 2.1.4.1). Те и другие разбиты разломами на многочисленные блоки. В их строении принимают участие неогеновые, нижне - и даже среднечетвертичные отложения. К окраинным частям депрессии сложность структур и амплитуды поднятий постепенно увеличиваются, а в осевых частях складок появляются палеогеновые и меловые породы.

«Все существующие тектонические структуры в пределах зоны юга Таджикской депрессии простираются меридионально. Особенно в северной части оно последовательно сменяется на северо-восточное направление и одновременно происходит сочленение всех тектонических структур. К югу все структуры постепенно затухают» (рис. 2.1.4.1) [40, с. 215].

«Разрывы депрессии возникли синхронно складкообразованию и имеют в основном согласное со складками простирание. Амплитуды перемещения по ним за неоген-четвертичное время достигают сотен и тысяч метров» [4]. Некоторые крупные разрывы развивались длительное время (мезозой-кайнозой), особенно из числа разрывов северной и восточной окраины Таджикской депрессии. Внутренние краевые разломы второго порядка, такие, как Каратауский, Гулизиндонский, Ионахшско-Сарсаряжский, имеют протяженность в сотни километров и развивались, по крайней мере, с нижнего мела. Амплитуды перемещений по ним за новейший этап достигают тысячи метров. Краевые разломы третьего порядка имеют протяженность до сотни

километров, а амплитуда перемещений за новейший этап достигает сотни метров. Однако не все древние разломы, заложенные еще в палеозое и раннем мезозое, оживают в платформенную и постплатформенную, орогенную стадию развития региона. На территории Юго-Западного Таджикистана выделяются несколько структурно-тектонических подзон: Кафирниганская, Яванская, Вахшская и Яхсуйская [6-А, с. 104].

Разрывы депрессии возникли синхронно складкообразованию и имеют в основном согласное со складками простирание. Амплитуды перемещения по ним за неоген-четвертичное время достигают сотен и тысяч метров [4]. Некоторые крупные разрывы развивались длительное время (мезозой-кайнозой), особенно из числа разрывов северной и восточной окраины Таджикской депрессии. Внутренние краевые разломы второго порядка, такие, как Каратауский, Гулизиндонский, Ионахско-Сарсарянский, имеют протяженность в сотни километров и развивались, по крайней мере, с нижнего мела. Амплитуды перемещений по ним за новейшей этап достигают тысячи метров.

### **2.1.5. Геоморфологические особенности территории**

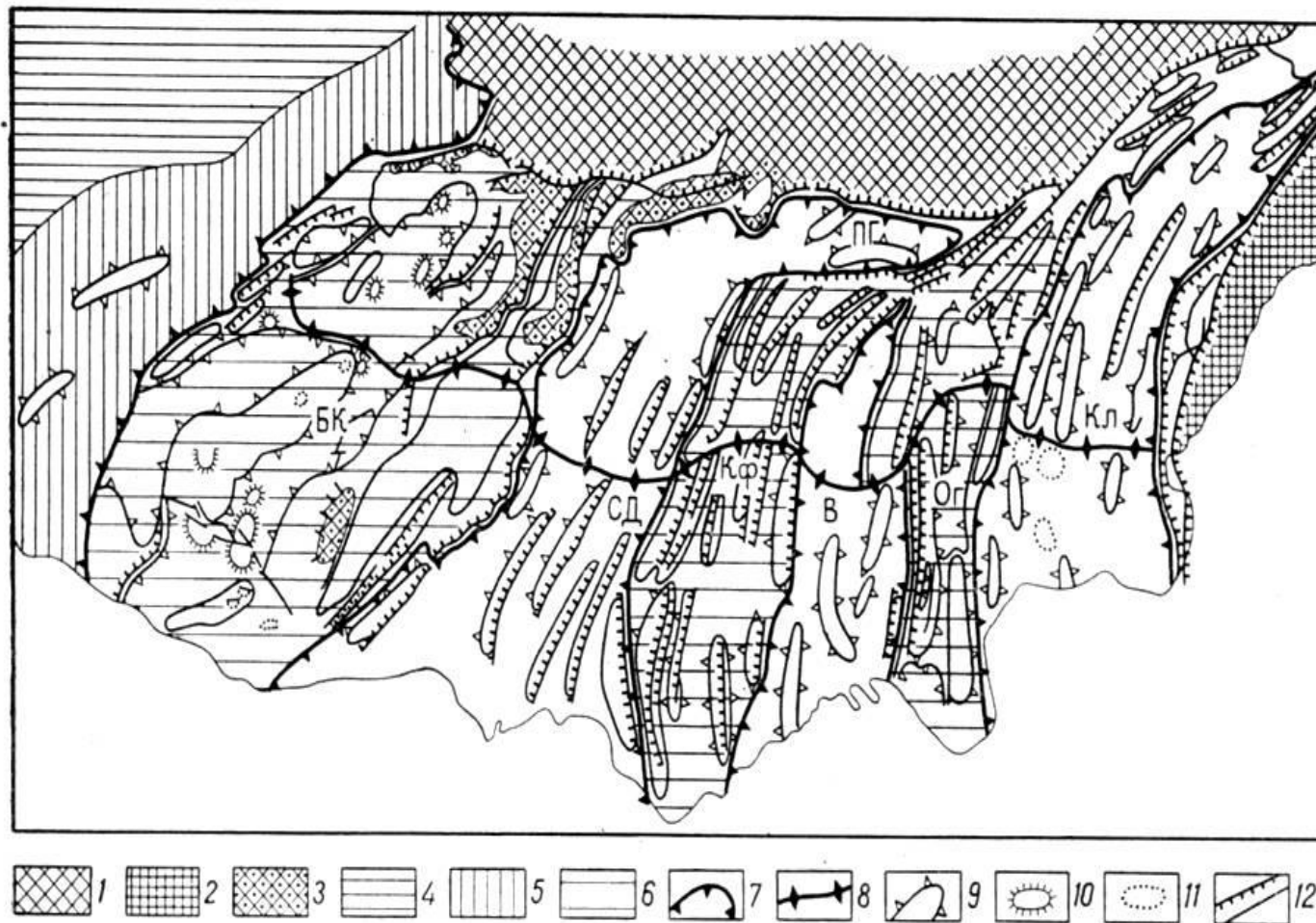
К Южно-Таджикской впадине отнесена лишь та часть Таджикской депрессии, в современном рельефе которой сохранились следы наиболее древней четвертичной аккумуляции, свидетельствующей об относительно недавнем ее прогибании. Исходя из этого северо-восточная часть Таджикской депрессии в ее обычном понимании отнесена к другой области, охватывающей хребты Петра 1 и Заалайский; последняя уже к началу четвертичного периода полностью была представлена горами высотой более 2000 м. Граница между этими двумя областями проведена условно по водоразделу между современным поперечным ущельем долины р. Обихингоу (между ее устьем и н.п. Тавильдара) и верховьями рек Обиминоу, Яхсу и верхними составляющими Кызылсу.

«В Южно-Таджикской впадине выделяются хорошо выраженные в рельефе веерообразно расходящие гряды-антиклинали, моноклинали (рис.

2.1.5.1). Эти горы, не очень высокие на южном и на западной части (500-1000 м), сменяются на северо-восточном направлении горными хребтами высотой от 2000 до 2500 м. Часть территории Таджикской депрессии, охватывающая северо-восточную часть Вахшского хребта, взброшена до высоты 4200-4500 м. Эта часть Таджикской депрессии уже к началу четвертичного периода была поднята выше 2000 м. Наиболее крупные хребты юга депрессии: Бабатаг, Туянтау, Актау, Аруктау, Рангон, Каратау, Каршитау, Тереклитау, Сарсарьяк, Сурхку, Джилантау, Хазратишо» [1].

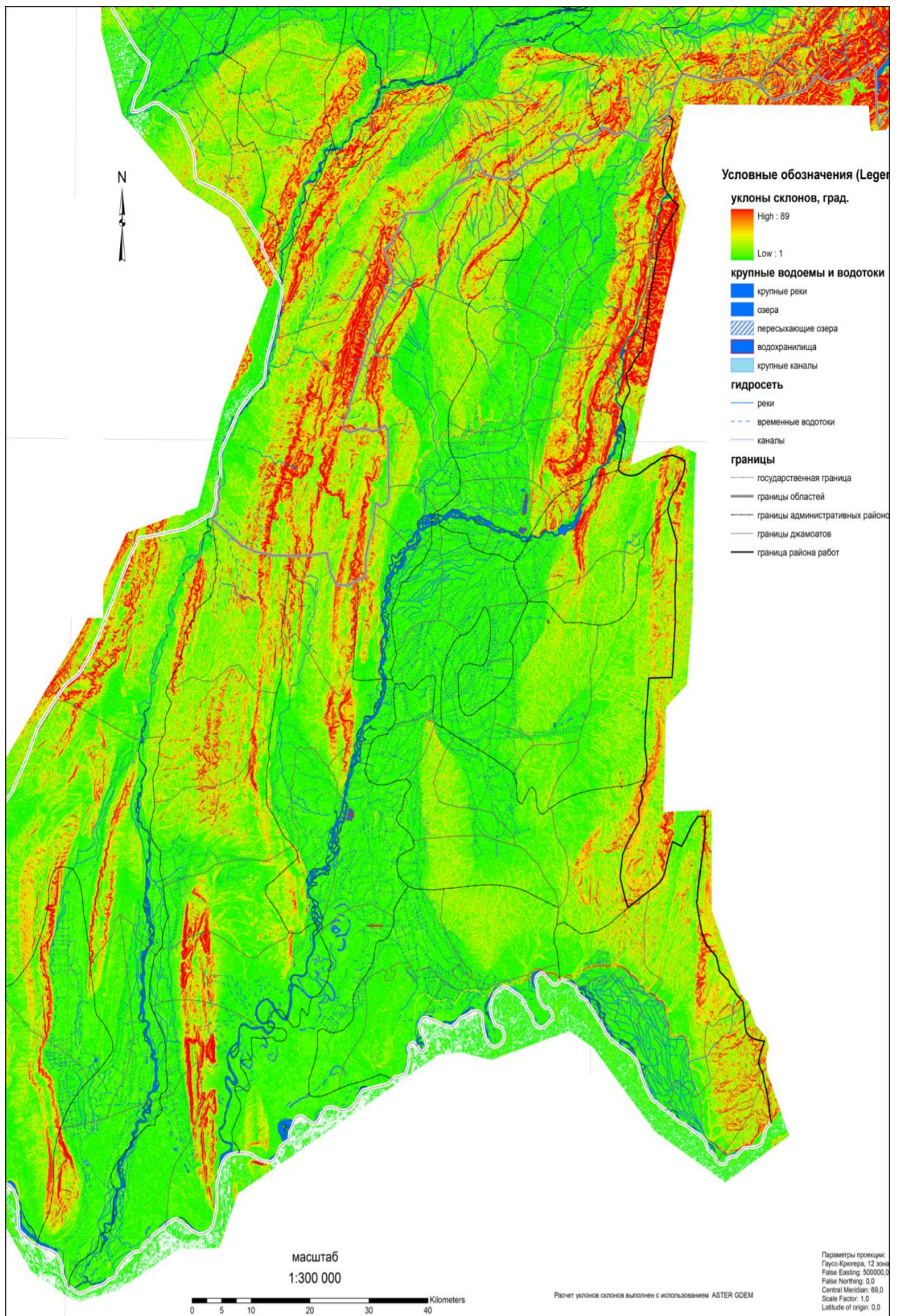
К особенностям территории следует отнести низкогорность, развитие соляно-купольных структур, широко развитый лессовый покров, аридный климат, отсутствие следов современного и древнего оледенения. Кроме того, важнейшей особенностью рельефа Южно-Таджикской впадины являются его молодость, четко выраженная структурность и преобладающее развитие аккумулятивных форм.

В настоящее время Южно-Таджикская впадина включает низкие горы высотой от 500—1500 м на юге и западе и до 2000—2500 м на северо-востоке. Эти горы представлены системой хорошо выраженных в рельефе виргирующих и часто осложненных разрывами антиклинальных складок-хребтов. Последние сложены мезозойско-кайнозойскими отложениями и имеют меридиональное простирание, изменяющееся в северной части впадины на северо-восточное. Главнейшими орографическими единицами области являются следующие группы хребтов — пучки складок: Кафирниганская, Чалтау-Каратауская, Загаринская. Тиряй-Кушваристанская и Сурхку-Рангонская. Две последние группы, располагающиеся на периферии Южно-Таджикской впадины, могут рассматриваться в качестве районов, переходных к горным областям. Между указанными поднятиями заключены впадины — синклиналильные зоны, характеризующиеся широким развитием аллювиальных и аллювиально-пролювиальных равнин: Яван-Кургантюбинская, Усть-Яхсуйская и Гиссарская.



**Рисунок 2.1.4.1. - Геолого-тектоническая схема размещения Афгано-Таджикской депрессии [15] Складчатые системы:**

1. Тянь-Шань; 2. Памир; 3. Выходы горных пород домезозойского возраста в Байсун-Кугитангском антиклинории; 4. Туранская плита; 5. Бешкентский прогиб; 6. 7. – Антиклинории и синклинии Таджикской впадины; 8. Геологический контакт между северной и южной части;
9. Антиклинальные зоны; 10. Брахиантиклинальные поднятия и купола; 11. Соляные купола; 12. Тектонические нарушения.



**Рисунок 2.1.5.1. - Карта уклонов склонов Вахш-Кафирниганской зоны  
(Шарифзода М.И.)**

Общими особенностями, присущими лишь Южно-Таджикской впадине, следует считать низкогорность и структурность рельефа, наличие гребневидных и брахиантиклинальных складок, соляных куполов, аридность климата и транзитный характер главных рек, отсутствие не только современного, но и следов древнего оледенения, широкое развитие лессов.

Как уже отмечалось, по местной стратиграфической схеме поверхности подразделяются на четыре региональных террасовых комплекса:

- нижнечетвертичный-кулябский,
- среднечетвертичный-илякский,
- верхнечетвертичный-душанбинский и современный-амударьинский.

Наиболее древние аккумулятивные террасовые поверхности Кулябского комплекса большей частью погребены под более молодыми осадками в днищах частных впадин либо уничтожены процессами эрозии и денудации на поднятых участках. Сохранились фрагменты нижнечетвертичных террас вдоль древних долин в современных приводораздельных участках структурных хребтов. Фрагментарно древние долины сохранились на водоразделах в виде плоских поверхностей седловин в верховьях Яхсу и Кызылсу. Хорошей сохранностью и значительными размерами характеризуется даштакинская терраса, развитая в верховьях р. Яхсу на высотах от 2000 до 2600-3200 м.

К среднечетвертичному возрасту относятся не глубоко и дробно расчлененные поверхности трех региональных террас, образующих так называемый «адырный» рельеф. Две верхние имеют цокольное строение и приурочены к склонам и водоразделам современных возвышенностей, расчленены до основания эрозионными врезами. Нижняя, аккумулятивная развита на склонах локальных впадин, часто размыва или погребена под более молодыми отложениями. В местах локальных позднечетвертичных поднятий она становится тоже цокольной. Верхние террасы имеют холмистый и холмисто-рядовой рельеф с плоскими участками – фрагментами первичной поверхности. Нижняя терраса имеет ровную поверхность, прорезанную редкой сетью крутосклонных долин.

Абсолютные высоты поверхностей террас изменяются для нижней от 500-700 м в центральной части депрессии до 1300 м по ее периферии, соответственно для средней от 600-800 м до 1700 м и для верхней от 740-1000 м до 2000 м. Адырный рельеф распространен вдоль южного склона Гиссарского хребта в междуречье Иляк-Кафирнигана, вдоль склонов долины Иляка, по окраинам частных впадин. Широкое развитие получили адырные формы рельефа в бассейнах рек Яхсу, Кызылсу, Обимазор.

Душанбинский комплекс образован двумя хорошо морфологически выраженными террасами, вложенными в верхнечетвертичный эрозионный врез. Эти террасы вместе с голоценовыми отложениями обрезают плоские днища современных долин, прослеживаются вдоль всех рек, пересекающих таджикскую депрессию. Высота террас сверху вниз по течению изменяется от 17-25 до 70-100 м. Равнинный рельеф, образованный этими террасами, более всего развит в местах переуглубления и расширения долин верхнечетвертичного и современного этапов: Гиссарский, Кафирниганский, Яванский, Дангаринский, Кызылсуйский.

К современному амударьинскому комплексу относятся поверхности русел, поймы, первой надпойменной террасы и сопряженные с ними аккумулятивные формы иного происхождения. Первая надпойменная терраса часто образуют широкие до 10-15 км аллювиальные равнины, как, например, в устьях рек Вахша и Кафирнигана. Высота этой террасы от 2-3 до 10 м.

К наложенным вторичным формам рельефа относятся многочисленные карстовые формы. Проявление карстового рельефа связано более всего с соленосными и гипсоносными породами юры. В меньшей степени с карбонатными породами палеогена верхнего мела. Воронки, провалы наблюдаются на поверхности террас среднечетвертичного возраста в районах гор Ходжа-Мумин, Ходжа-Сартес, на плато Алимтой, Джарипкуль и др. В районах Нурека карстовые формы проявляются на поверхности душанбинской террасы. Многочисленные суффозионные воронки, проседания проявляются на поверхности лессовых террас илякского комплекса. Вторичные формы рельефа



образуют бугристые эоловые пески в низовьях Вахша и Кафирнигана: высота песчаных бугристых холмов, вытянувшихся с юго-запада на северо-восток, достигает 8-10 м. В основании склонов формируются пролювиальные конусы выноса и шлейфы временных потоков и селей.

«Аккумулятивные процессы тесно связаны с процессами разрушения растущих поднятий. Каждому комплексу в области прогибания соответствует коррелятивный комплекс денудационного рельефа в области поднятий. Денудационные поверхности и формы давно изучались исследователями Юго-Западного Таджикистана» [14, 45, 77]. «На протяжении почти всего новейшего этапа преобладала плоскостная денудация склонов. Формировались пологие склоны. Маловодные реки не образовывали глубоких эрозионных врезов. Наиболее древние эрозионно-денудационные элементы рельефа представлены фрагментами верхнеэоценовой-нижнечетвертичной поверхности. Последняя срезает сводовые части структурных хребтов Чалтау, Каратау, Джилатау и других и образует ровные, иногда холмистые площадки на водоразделах в интервале высот 1400-1800 м» [77].

Позднеплиоцен-раннечетвертичным возрастом датированы поверхности днищ древних долин и прилегающие к ним пологие склоны водоразделов. Расположены эти поверхности на различных высотах - от 800-1000 на юго-западе до 2000-2500 м на северо-востоке, на водоразделе между долинами рек Яхсу и Саричашма. Разновысотное положение этих поверхностей свидетельствует о неравномерности неотектонических движений. В среднечетвертичное время по той же причине происходит не равномерное по площади врезание долин - от 250-400 м на юге до 800 м в районе структур Мундок, Ходжа-Мумин и более 1000 м на северо-востоке впадин.

Только в конце плейстоцена, начале позднечетвертичного времени активизация неотектонических движений привела к оживлению эрозионной деятельности рек с образованием крутосклонных ущелий от нескольких метров до первых десятков метров в условиях продольных долин и до 100-120 м на antecedentных участках долин. В этот региональный врез вложены все

синхронные по возрасту и более молодые аккумулятивные осадки. Сам врез заложен в коренных породах мезокайнозоя и рыхлых четвертичных образованиях разного генезиса. Располагаясь гипсометрически ниже бровки нижней среднечетвертичной террасы, он почти всюду образует крутосклонные V-образные, иногда очень узкие долины. Последние образуются чаще всего в местах пересечения долинами рек растущих поднятий, например, при пересечении Пянджем хребтов Каратау, Туюнтау и др. По главным субсеквентным долинам, как Кафирниган, Вахш и другие, этот хорошо выраженный врез моделирует крылья структурных форм.

Структурность рельефа обусловлена совпадением в общих чертах топографической поверхности с поверхностью напластования пород. Антиклинальные складки в виде узких субмеридиональных хребтов чередуются с широкими синклинальными прогибами, к которым приурочены речные долины. В северной части Южно-Таджикской впадины структурность рельефа обусловлена моноклинальным залеганием мезозойских пород, усложненных многочисленными разрывами.

Структурность рельефа определяется медленным ростом поднятий, особенно в неогене, с одновременным и длительным воздействием на растущие складки процессов денудации. В результате были уничтожены легко разрушаемые значительные по мощности верхнепалеогеновые и неогеновые отложения, особенно на крыльях растущих антиклиналей. Обнажились относительно прочные пласты известняков алайского и бухарского ярусов палеогена с образованием во многих случаях бронированных склонов структурных поднятий центральной зоны Таджикской депрессии, усложненных местами грядами с обрывистыми и крутыми склонами.

Бурачек А.Р. [8] выделяет два вида бронированных гряд: бронированные антиклинали Туюнтау, Арыктау, Алатау и другие на юге депрессии и бронированные моноклинали Бабатаг, Каршитау, Сарсаряк на северо-западе. Как уже отмечалось, высота гор закономерно увеличивается от нескольких десятков и первых сотен метров на юге до 1000 и более метров на северной и

северо-восточной частях впадин. Соответственно увеличивается и крутизна склонов, изменяясь в зависимости от падения бронирующих пластов от 5-10<sup>0</sup> до 30-40<sup>0</sup>, редко более. Там, где получили развитие глинистые слои туркестанского, исфаринского и сумарского ярусов, сформировался типичный бедленд предгорий.

Из микроформ, связанных с литологией пород, можно отметить характерные для неогеновых моласс руинный, юртовый, перистый, ребристый типы микрорельефа. Развита они на эрозионно-денудационных склонах разновозрастных долин. Выделяются и карстовые формы рельефа, наложенные на эрозионно-денудационные поверхности разного возраста в виде воронок, провалов, карровых поверхностей, пещер, гротов и т.п. Большею частью эти формы развиты на соляно-купольных структурах Ходжа-Сартез, Мундок у Нурека, Ходжа-Мумин. Реже карстовые формы развиты на известняках палеогена и верхнего мела.

Широкое развитие получили формы рельефа пролювиального генезиса (западный склон хребта Хазратишо). Обилие легко разрушаемых, часто не устойчивых пород мезокайнозоя, большое количество рыхлых осадков способствовали переносу этого материала селевыми потоками или в процессе плоскостного смыва и струйчатой эрозии к основанию склонов. Часто такие выносы подпруживали русла мелких водостоков и даже главных рек. В основании склонов сформировались многочисленные конуса выноса позднечетвертичного и современного возраста. Мощности их различны, достигают 10-15 м. Поверхность изрезана неглубокими (до 10 м) оврагами, промоинами, эрозионными бороздами. Более древние пролювиальные конусы не сохранились.

#### **2.1.6. Инженерно-геологическая характеристика территории**

Южно-Таджикский регион расположен на юго-западе Таджикистана, в пределах Гиссарской и Таджикской зон, которые являются частью Центрально-Азиатского горного региона. Рельеф этой территории сформирован основными хребтами Юго-Западного Гиссара и Таджикской виргации, которые

ориентированы в субмеридиональном направлении. Хребты и горные массивы разделены широкими долинами и впадинами, образующими сложную горную систему с множеством геологических структур. В западной и центральной частях региона протянулись такие хребты, как Бабатаг, Туянтау, Актау и Каратау, а восточную часть занимают отроги Вахшского, Кугитек и Хазратишо. Эти особенности рельефа создают различные природные и климатические зоны, влияя на инженерно-геологические условия.

#### **2.1.6.1. Современные геологические процессы**

В Южно-Таджикском регионе активно развиваются различные геологические процессы, которые оказывают существенное влияние на инженерную деятельность. Одним из характерных явлений являются просадки, связанные с глинистыми и лессовидными отложениями. Эти процессы проявляются в виде блюдец, террасовидных уступов и ложбин, которые образуются в местах сыпучих глинистых пород. Просадки могут достигать значительных размеров, и особенно выражены в период интенсивных ливневых дождей. В таких условиях происходит накопление воды в низинах, что приводит к образованию водоемов диаметром до 300 метров. Эти геологические процессы часто сопровождаются развитием суффозионных воронок — участков, где происходит постепенное вымывание грунта, а также обвалами и повреждением инженерных сооружений, таких как дороги, мосты и системы орошения.

Сели — одно из самых опасных природных явлений региона, представляющие собой грязевые потоки, которые сопровождают большие объемы воды, движущиеся по горным склонам. Эти процессы особенно характерны для южных склонов Гиссарского хребта, где на протяжении многих лет наблюдается регулярное образование селей. В этих районах расположено более 70 сухих саев — временных русел рек, которые периодически активизируются в результате сильных дождей или таяния снега. Сели, как правило, наносят значительный ущерб сельскому хозяйству, разрушая

ирригационные системы, уничтожая посевы и повреждая инфраструктуру. Наиболее опасные бассейны для селей находятся в таких районах, как реки Шеркент, Каратаг, Ханака, Варзоб, Обизаранг, Тупаланг, Сангардак, Халкаджар и Шерабад. В этих районах преобладают грязевые сели, представляющие собой смесь воды, грязи, камней и растительности, что делает их особенно разрушительными.

Для предотвращения или минимизации последствий этих процессов в регионе необходимо проведение детальных инженерно-геологических исследований, включая мониторинг состояния грунтов, водоотведения и проектирование с учетом селеопасных зон. Инженерные работы должны учитывать особенности геологических и гидрологических условий, а также особенности рельефа, чтобы обеспечить устойчивость инфраструктуры и безопасность населения.

Территории Юго-Западного Таджикистана обладает низкой степени активностью геодинамических процессов. Особенно хочется отметить, что в слабо распространённый полого-холмистый рельеф зоны не способствует более значительному развитию оползней. Однако из-за слабой размываемости современные рыхлые отложения весьма усиленно проявляется процесс эрозия, преимущественно в виде сплошного оврагообразования. Также процесс эрозию усиливают своё влияние в лессовых и рыхлых отложениях.

Соответственно эти процессы в геологически длинном промежутки времени приводят к возникновению оврагов разного типа, по краям которых отмечаются небольшие по размерам оползни суглинков и лессовых пород. Хотя механически это тоже оползневые процессы, их малые размеры затрудняют отображение на картах. На приведенных геологических картах указаны зоны оползневых явления, которые распространены и охватывают более обширную территорию в связи с распространённости не крупных по объему оползней на бровках оврагов. Эти оползни не представляют чрезвычайно серьёзную угрозу, но могут быть источником и индикатором для возникновения селевых потоков, которые очень часто вызывают угрозу для населения.

Мелкие по размеру и объемам оползни в основном отмечаются вдоль краёв террас, представленных отложениями лессовидными суглинками и лессами. Как обычно эти равнины используются для сельскохозяйственных целях, но они занимают почти вертикальные уступы, где появляются мелкие по различным параметрам оползневые явления (например, в Пянджском, Фархорском и Хуросонском районах в пределах бассейна реки Вахш, ниже Нурекской ГЭС и др.). Отдельно стоит указываем район Шамсиддина Шохина, где характерен появление горный крутопадающий рельеф, распространенных на сложном геологическом основании.

«По нашим убеждениям большое количество осадков в влажные сезоны, высокая расчленённость рельефа, крутизна склонов и наличие крупных тектонических нарушений, таких как Дарваз-Каракульский глубинный разлом, создают условия для возникновения и активного развития оползневых явлений. Следует отметить, что на левобережном склоне долины реки Обиминоу, в районе горного хребта Хазратишо, расположена самая крупная по объему и размерам оползнеопасная зона Юго-Западного Таджикистана» [50]. Здесь, как и в пределах хребта Петра I, развиваются интенсивные гравитационные процессы (оползни, обвалы). Названные геологические процессы, связаны с активностью Дарваз-Каракульского разлома. Опасность природных явлений на исследуемой территории благодаря очень низкой плотности населения минимальная и отсюда серьёзная опасность не вызывает.

В целом для Юго-Западного Таджикистана оползневые процессы не являются самыми опасными геологическими процессами для населения этой территории. Однако, принимая во внимания, что небольшие оползни часто играют роль «усиления» селевых потоков, следует их учитывать при оценке риска стихийных бедствий в Хатлонской области.

### **2.1.7. Подземные воды**

Подземные воды присутствуют во всех литологических комплексах, участвующих в геологическом строении территории. В основном это пластово-

трещинные воды, реже встречаются трещинно-карстовые и пластово-поровые. Четвертичные отложения связаны с поровыми и пластово-поровыми водами. Территория разделена на четыре гидрогеологических района, различающихся по тектоническому строению, типам пород и гидрогеологическим условиям:

1. Аллювиальные районы (долины рек Кызылсу, Яхсу, Вахш, Кафирниганский).
2. Континентальные неогеновые отложения.
3. Меловые, палеогеновые и континентальные неогеновые отложения.
4. Лагунные юрские и раннечетвертичные гипсово-соленосные отложения (Мундок, Танапчи, Ходжа-Сартес, Ходжа-Мумин, Алимтай).

«Выделяются две климатические зоны по степени увлажнения: зона недостаточного увлажнения (высота 1000-2000 м, осадки 500-750 мм, температура 14-16°C, коэффициент увлажнения 0,3-0,6) и зона скудного увлажнения (высота около 1000-1600 м, осадки 250-500 мм, температура 15-16°C, коэффициент увлажнения 0,12-0,3)» [47, с. 41].

Район аллювиальных отложений орошаемых долин рек Кызылсу, Яхсу, Вахш, Кафирниган и Пянджа охватывает обширные площади, с шести уровнями террас, среди которых наиболее распространена низкая терраса высотой 2-6 м. В ее составе присутствуют лессовидные суглинки, переходящие в пески и галечники. Коэффициенты фильтрации варьируются от менее 1 м/сут в лессовидных отложениях до 20-120 м/сут. в песках и галечниках. Лессовидные грунты слабо засолены (содержание солей не превышает 0,2%), за исключением некоторых солончаков с солями до 5%. Воды гидрокарбонатно-натриевые, пестрые по составу. Грунтовые воды находятся на глубине 1-5 м, вдоль рек — на 8-10 м. Максимальные дебиты скважин до 50 м составляют 10-15 л/сек. Минерализация воды менее 1 г/л, увеличиваясь до 1-3 г/л на юге [46 с. 43].

«Среди высоких террас рек наибольшее практическое значение имеют террасы района плато Уртабоз. Подземные воды залегают здесь в галечниках на

глубине 30-50 м. Дебиты скважин составляют 5-7 л/сек. Минерализация воды - 0,5» [89].

Район континентальных неогеновых отложений находится в зоне недостаточного увлажнения. Геологическое строение включает неогеновые породы, состоящие из чередующихся песчаников, алевролитов, конгломератов, глин и четвертичные отложения, среди которых преобладают лессовидные суглинки. В северной части района мощность лессов увеличивается.

Породы района можно разделить на три группы по проницаемости: а) хорошо водопроницаемые песчаники и конгломераты, б) слабоводопроницаемые лессовидные суглинки, в) водонепроницаемые глинистые слои, служащие водоупорами. Коренные и покровные лессы имеют очень слабую засоленность (менее 0,1%), с преобладанием гидрокарбонатов и двууглекислой соды. Подземные воды пресные и солоноватые, с минерализацией от 0,2 до 10 г/л, дебиты варьируются от капельных до более литра в секунду, температура воды летом составляет 10-20°C. Эти параметры зависят от рельефа территории.

В рельефе района различают четыре яруса, отвечающие высотным интервалам: 1600-2000 м, 1000-1600 м, 1000-800 м и менее 800 м. В соответствии с этим район разделяется на четыре гидрогеологических подрайона. При переходе от одного подрайона к другому наблюдается закономерное изменение всех параметров. От наиболее высокого яруса к нижнему уменьшается частота выходов воды на земную поверхность, уменьшаются дебиты родников, составляющие в пределах гипсометрически наиболее высокоподнятого подрайона в среднем 0,25-0,5 л/сек и снижающиеся до капельных на низких гипсометрических отметках.

Аномальными для одного из подрайонов (с отметкой 800-1000 м) являются воды лессовидных суглинков плато Ходжа-Сартес, имеющих более низкую минерализацию до 1 г/л на фоне солоноватых вод подрайона. Появление пресных вод в лессовидных суглинках плато Ходжа-Сартес объясняется своеобразием рельефа этих суглинков, изобилующих



суффозионно-карстовыми воронками. Воронки эти оказываются местными очагами питания подземных вод, благодаря чему в них накапливаются пресные, маломощные линзы подземных вод, обычно иссякающие к глубокой осени. В целом территория района относится к числу сравнительно хорошо водообеспеченных (исключая подрайон с отметкой менее 800 м).

Район развития меловых, палеогеновых и континентальных неогеновых отложений располагается почти целиком в зоне скудного увлажнения. В геологическом строении его участвуют морские осадки мела и палеогена и континентальные отложения неогена. Для пород мела и низов палеогена характерно преимущественное распространение карбонатных пачек и гипсов; в верхах палеогена преобладают терригенные, главным образом, глинистые отложения; неогеновые породы представлены чередующимися песчаниками и глинами. Большие площади в пределах района покрыты лессовидными суглинками, мощность которых нередко достигает 5-10 м.

«По физическим свойствам, особенно по величине проницаемости все горные породы исследуемой территории делятся на четыре группы:

1) хорошо проницаемые горные породы- сильно трещиноватые и закарстованные известняки и гипсы, пользующиеся среди меловых и палеогеновых пород наиболее широким распространением по площади;

2) проницаемые песчаники континентальных неогеновых отложений, так же широко распространенные по площади, но обычно закрытые с поверхности лессовидными суглинками;

3) слабопроницаемые покровные лессовидные суглинки;

4) практически водонепроницаемые глинистые отложения верхов палеогена и неогеновых толщ» [47].

«По степени засоленности коренные и четвертичные отложения района можно разделить на две группы: 1) слабозасоленные лессовидные суглинки покровных четвертичных отложений, содержащие до 0,1% воднорастворимых солей; 2) значительно засоленные коренные породы (исключая известняки алайских слоев палеогена), содержащие до 1-1,5% воднорастворимых солей.

Преобладающими среди солей являются сульфаты щелочных земель, и в значительном количестве присутствует хлорид-натрия» [121].

Подземные воды приурочены как к коренным, так и к четвертичным отложениям. Наибольшим распространением пользуются воды, связанные с известняками и гипсами мела и палеогена. Водоносные горизонты неогеновых континентальных отложений играют резко подчиненную роль. Подземные воды имеют минерализацию от 1 до 50 г/л, дебиты родников и колодцев колеблются от капельных до 1 л/сек, температуры составляют 15-18 и более 18° С. Колебания гидрогеологических параметров зависят от особенностей рельефа территории.

В целом территория района характеризуется весьма плохой водообеспеченностью. Родники и колодцы здесь весьма редкие, имеют незначительные дебиты и воду плохого качества.

Районы развития лагунных юрских и раннечетвертичных - гипсово-соленосных отложений характеризуются выходами на дневную поверхность отложений каменной соли и гипса, относящихся к юрскому и частично к кулябскому времени. Отложения соли и гипса приурочены к массивам Мундок, Танапчи, Ходжа-Сартес, Ходжа-Мумин и Алимтай. В структурном отношении массивы представляют открытые соляные купола.

Характерную особенность рельефа массивов составляют многочисленные карстовые воронки открытого и закрытого типов. Интенсивная трещиноватость гипсовых пород, перекрывающих каменную соль, и наличие карста создают благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков и формирования подземных вод, залегающих на водоупоре каменной соли. Массивы соляных куполов сравнительно богаты выходами подземных вод. Особенно многочисленны родники на территории куполов Ходжа-Мумин и Ходжа-Сартес.

## **2.2. Характеристика техногенной освоенности территории с описанием объектов-реципиентов риска**

### **2.2.1. Вахш-Кафирниганская зона**

Основные виды использования земли в Вахш-Кафирниганской зоне Таджикистане включают: - сельское хозяйство; - жилую застройку (населенные пункты); - транспортную инфраструктуру.

«При этом значительная часть территории, включая скалы, каменистые и галечниковые участки, не используется в хозяйственных целях. Также исключены из оборота леса (0,6%), кустарники (1,3%) и охраняемые природные зоны (12,8%). Сельскохозяйственные земли занимают более 76,1% территории, из которых 33,2% — для сельскохозяйственных культур, а 42,9% — для животноводства» [25] (рис. 2.2.1.1).

На рассматриваемой территории:

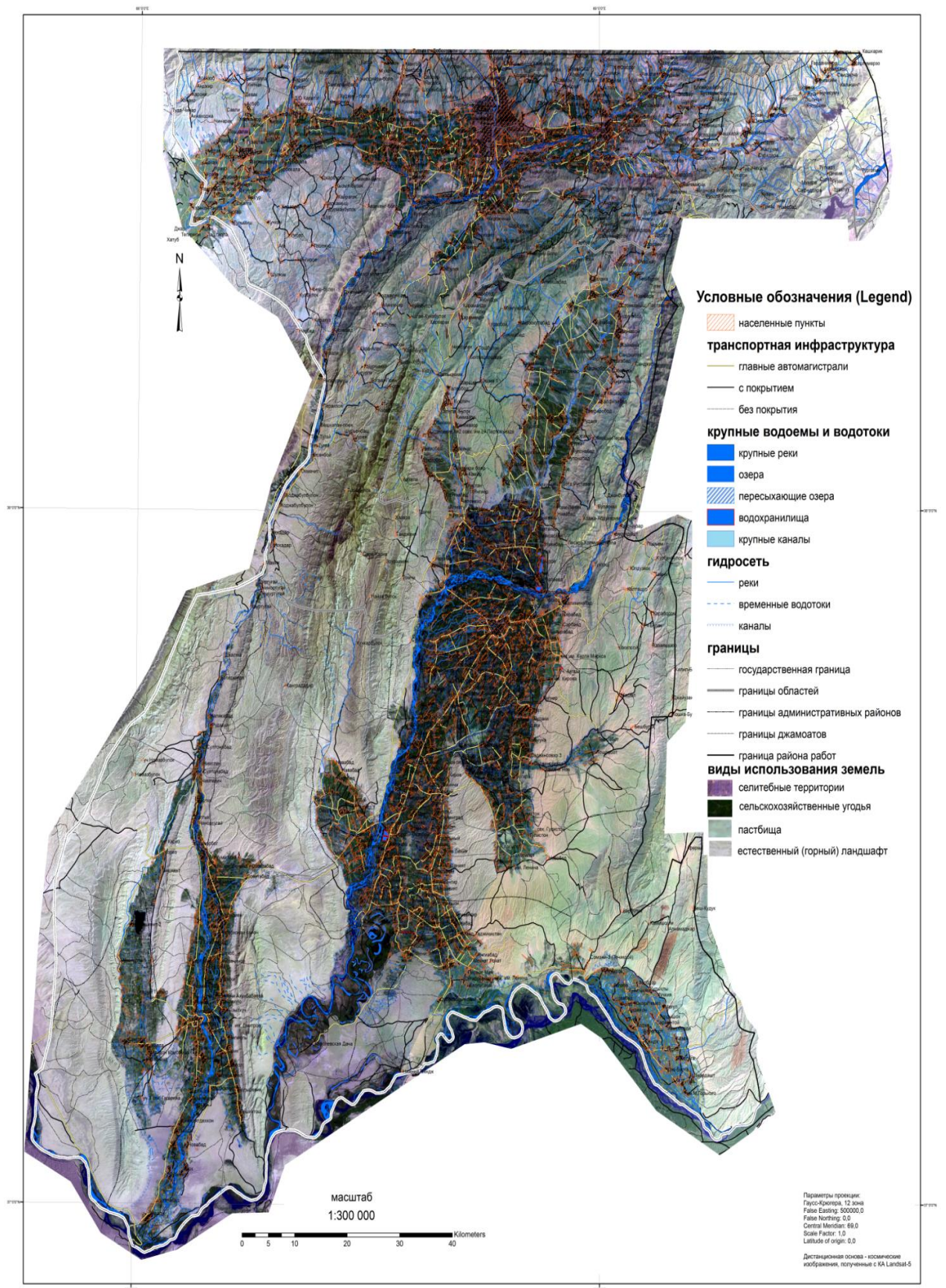
- сады, тутовники и виноградники занимают более 1,7% площади;
- пашни, включая орошаемые земли на юге (21,5%) и богарные земли на севере (10,1%);
- пастбища занимают более 42,4%, из которых 28,1% — для весенне-зимне-осеннего пастбищного использования, 9,8% — для осенне-зимнего, 2,8% — для зимнего и другие типы пастбищ;
- водные объекты составляют 1,4% территории [9-А, с. 215].

В пределах Вахш-Кафирниганской зоны находится более 1890 населенных пунктов, из которых крупнейшими являются Душанбе, Вахдат, Яван, Кабодиён и Бохтар. Общая протяженность дорог — 13 070 км и более, из них 2850 км составляет магистралей и 5280 км приходится к асфальтовому покрытию. Значительная часть участки отведены для нужд сельского хозяйства (более 33 % - для культурных целей, а 43 % — для животноводства). В общем природные ландшафты составляют 16 %, на долю водоемах — около 1,5 %, а урбанизированные территории составляют — 6,5 % [25] [9-А, с. 215].

### **2.2.2. Кулябская зона**

Основные виды использования земель в Кулябской зоне включают сельскохозяйственное, селитебное (поселения) и транспортное

(инфраструктура) (рис. 2.2.2.1). Примерно 6,4% территории представляют неудобья, такие как скалы и каменистые участки, и не используются в хозяйстве. Сельскохозяйственные земли занимают более 76,4% площади, из которых 49,3% используется для выращивания культур, а 27,1% — для животноводства [109].



**Рисунок 2.2.1.1. - Карта использования земель Вахш-Кафирниганской зоны  
(Шарифзода М.И.)**

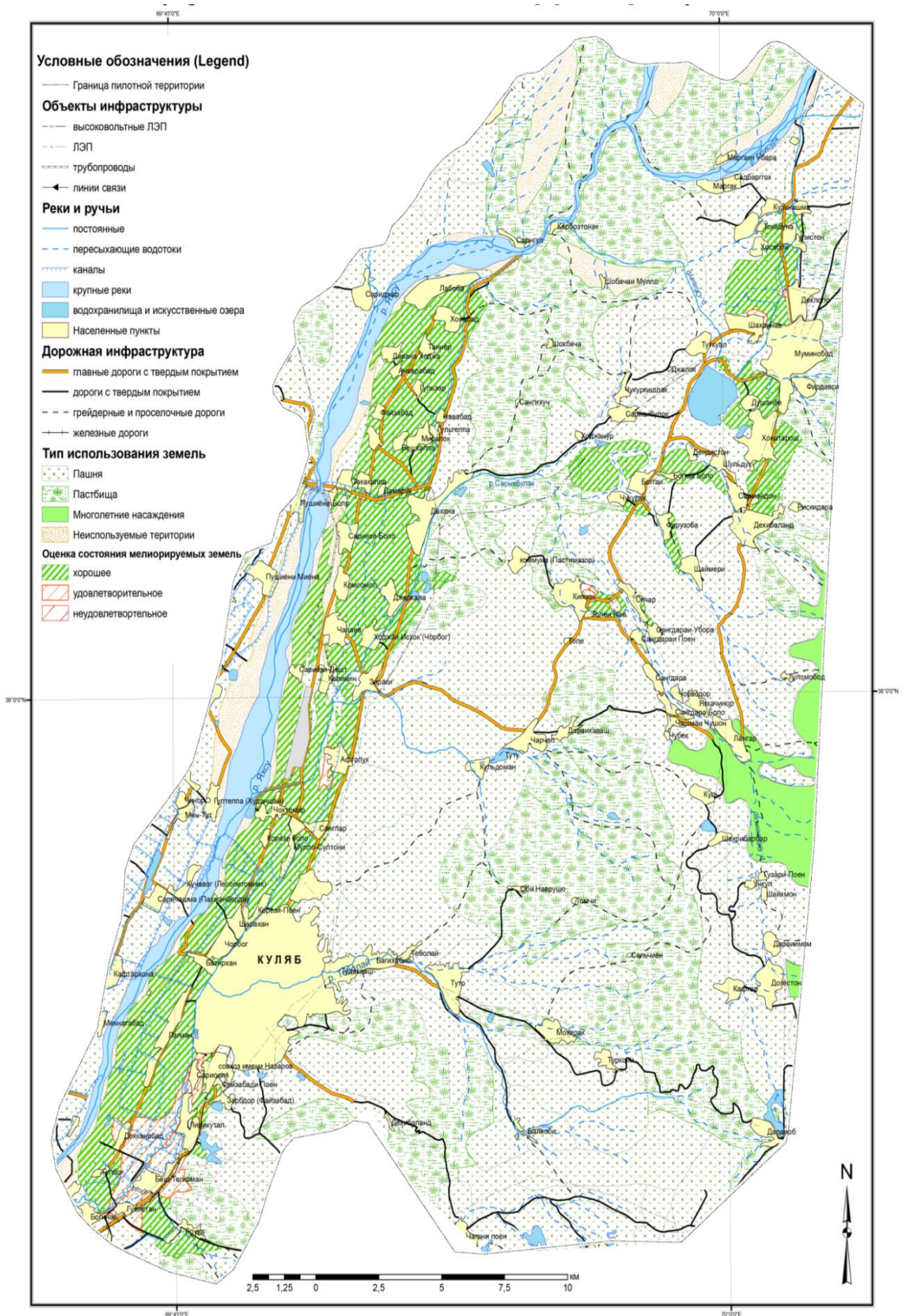


Рисунок 2.2.2.1. - Карта использования земель Кулябской зоны [100]

Основные категории земель:

- многолетние насаждения (тутовники) — более 10% площади.
- пашни: орошаемые земли на юге составляют 10,3%, а в низкогорьях — около 39,2% богарных земель.
- пастбища занимают более 27,1% территории, включая летние (~12,5%), осенне-зимние (~6,7%), весенне-осенние (~6%) и другие типы [108].

На территории района расположены 186 населенных пунктов с населением более 250 тыс. человек. Селитебные земли занимают более 6,8% площади. Крупнейшие города — Куляб (97 тыс. жителей) и Муминабад (13 тыс. жителей), а в 18 поселках проживают от 2 до 4 тыс. человек, в 43 — от 1 до 2 тыс. человек. В других населенных пунктах численность не превышает 1 тыс. человек [112, 113].

«Протяженность дорожной сети на территории составляет более 459 км, из которых 133 км — магистрали, 154 км — асфальтированные дороги. Газопроводная сеть охватывает около 86 км, а линии электропередач — более 30 км. Общая протяженность других коммуникаций достигает 200 км. По данным анализа землепользования, основная часть территории (более 49,3%) используется для сельского хозяйства, в то время как урбанизированные зоны составляют 6,8% территории» [25] [9-А, с. 216].

### **2.2.3. Анализ взаимодействия природной среды и техногенной нагрузки Вахш-Кафирниганской и Кулябской зон**

**1. Общая характеристика.** Взаимодействие природной среды и техногенной нагрузки представляет собой сложную систему взаимосвязанных процессов, отражающих влияние природных факторов и хозяйственной деятельности человека друг на друга. В условиях интенсивного промышленного развития, урбанизации и расширения инфраструктуры антропогенное воздействие на экосистемы существенно возрастает. Это может приводить к деградации компонентов природной среды, снижению их

устойчивости и увеличению уровня риска для народно-хозяйственных объектов.

Под техногенной нагрузкой понимается совокупность прямых и косвенных воздействий на окружающую среду, возникающих в результате производственной, строительной, транспортной, сельскохозяйственной и иной хозяйственной деятельности.

### **2.3. Классификация процессов, влияющих на народно-хозяйственные объекты Вахш-Кафирниганской и Кулябской зон**

Природно-техногенные процессы, оказывающие воздействие на здания, сооружения, инженерные коммуникации, транспортную инфраструктуру, сельскохозяйственные угодья и иные объекты хозяйственной деятельности в Вахш-Кафирниганской и Кулябской зонах, подразделяются на две основные группы: природные и техногенные.

#### **I. Природные процессы**

К данной группе относятся процессы, протекающие независимо от хозяйственной деятельности человека, однако способные существенно усиливаться под влиянием антропогенных факторов.

##### **1. Геологические процессы:**

- землетрясения;
- оползневые процессы (районы Хуросон, Яван, Ховалинг, Вахдат и др.);
- карстовые провалы (районы Ходжа-Мумин, Ходжа-Сартес и др.);
- просадочные явления (Яванский район, район Джамии и др.);
- эрозия почв (Яванский район, районы Джамии, Хуросон, Ховалинг и др.).

##### **2. Гидрологические процессы:**

- наводнения (районы Хамадони, Восе);
- паводки (районы Хамадони, Восе);
- подтопление территорий (район Хамадони);
- размыв берегов рек (районы Хамадони, Восе, Куляб, Фархор, Пяндж).

##### **3. Климатические и атмосферные процессы:**



- засухи (практически все районы Юго-Западного Таджикистана);
- экстремальные температурные колебания (практически все районы Юго-Западного Таджикистана).

## **II. Техногенные процессы характерные для Вахш-Кафирниганской и Кулябской зон.**

К техногенным относятся процессы, обусловленные хозяйственной деятельностью человека и оказывающие прямое или опосредованное воздействие на природную среду и устойчивость хозяйственных объектов.

### **1. Промышленное воздействие:**

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (незначительно);
- загрязнение почв и водных объектов (Бохтар, Яван и др.);
- накопление и размещение производственных отходов (Бохтар, Яван).

### **2. Строительство и урбанизация:**

- изменение естественного рельефа территории;
- уплотнение и нарушение структуры почв;
- сокращение площадей естественных экосистем.

### **3. Воздействие транспортной инфраструктуры:**

- вибрационные нагрузки на грунты и сооружения;
- загрязнение атмосферного воздуха;

Анализ взаимодействия природной среды и техногенной нагрузки в пределах Вахш-Кафирниганской и Кулябской зон показывает, что формирование природных рисков носит комплексный и взаимосвязанный характер. Большинство неблагоприятных процессов развивается под воздействием как природных факторов, так и антропогенных преобразований территории.

Техногенная деятельность в ряде случаев выступает катализатором или усилителем природных процессов. Так, изменение рельефа при строительстве, нарушение естественного дренажа, вырубка растительности и уплотнение грунтов способствуют активизации оползневых явлений, усилению эрозии

почв, подтоплению территорий и размыву берегов. Промышленное и транспортное воздействие приводит к загрязнению атмосферного воздуха, почв и водных ресурсов, что снижает устойчивость экосистем к климатическим колебаниям и биологическим угрозам.

В условиях высокой сейсмичности региона особую значимость приобретает устойчивость инженерных сооружений и инфраструктуры к комплексному воздействию природных и техногенных факторов. Наличие карстовых, просадочных и эрозионных процессов дополнительно повышает уязвимость хозяйственных объектов.

Таким образом, для обеспечения устойчивого развития Вахш-Кафирниганской и Кулябской зон необходимо: учитывать совокупное воздействие природных и техногенных факторов при территориальном планировании; проводить регулярный мониторинг опасных процессов; внедрять инженерно-защитные мероприятия; применять принципы экологически ориентированного хозяйствования. Комплексный подход к оценке природно-техногенных рисков позволит снизить вероятность чрезвычайных ситуаций, повысить надёжность народно-хозяйственных объектов и обеспечить экологическую безопасность региона.

### **Выводы по второй главе**

Широкое распространение экзогенных геологических, а также в некоторых случаях ирригационной эрозии, значительно усложняет условия для строительства. В предгорьях и равнинах преобладают лессовые и связные породы. Лесс образует покровы на речных террасах и склоны межгорных впадин. Эти осадки быстро теряют прочность при увлажнении и плохо -А, 8-А]

Из анализа функционального использования земельного фонда следует, что наиболее распространенным типом землепользования на рассматриваемой территории является использование земель в сельскохозяйственных целях (более 49,3% площади).

С расширением хозяйственного освоения горных территорий со второй половины 60-х годов для установления закономерностей развития оползней и обвалов при высокой сейсмичности изучение современных и происшедших ранее землетрясений рассматривается уже не как катастрофическое явление, а как фактор, вызывающий изменения в напряженном состоянии склонов и оказывающий суммарное влияние на развитие гравитационных процессов [9-А, с. 228].

### **ГЛАВА 3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ – ИСТОЧНИКОВ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ НА ОЦЕНИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Глава содержит анализ и классификацию природных опасностей на исследуемой территории. В ней представлен пошаговый подход к оценке риска, включающий выявление и систематизацию опасностей с использованием качественных и количественных методов. Рассмотрены основные типы геологических и гидрометеорологических процессов, влияющих на безопасность территории, включая сейсмическую активность, оползни, обвалы, наводнения, селевые потоки, подтопления, эрозию и суффозионно-карстовые явления. Даны классификации процессов по их природным и антропогенным причинам, что позволяет объективно определить составные части природного риска и подготовить основу для последующих мероприятий по его снижению.

### **3.1. Общая классификация опасностей, отмечаемых на территории исследования**

На исследуемой территории выявлены следующие геологические и гидрометеорологические опасности, требующие анализа при выполнении ОРСБ:

- сейсмическая опасность;
- оползни, обвалы и обрушения;
- наводнения и сели;
- подтопления;
- эрозия;
- суффозионно-карстовые процессы.

По классификации Саваренского Ф.П. [58] все процессы делятся на группы:

- гравитационные процессы (оползни, обвалы, камнепады);
- процессы, связанные с поверхностными водами (сели, эрозия, оврагообразование, подмыв рек и озер);
- процессы, вызванные подземными и поверхностными водами (карст, суффозия, просадка);

- процессы, связанные с деятельностью человека (просадка, суффозия, оползни, засоление) [4-А, с. 230].

### 3.1.1. Группа гравитационных процессов

Группа гравитационных процессов характеризует современные геодинамические проявления, тесно связанные с различными группами смещения массивов горных пород, вызванными силой тяжести при потере устойчивости на месте образования. К таким процессам в первую очередь относятся оползни, отвалы, осыпи и камнепады, где преобладают оползни. Следует отметить, что перечисленные выше современные геологические процессы сильно отличаются по степени и характеру перемещения — от направления скольжения и течения в оползневых участках до места падения в обвалах, осыпах и в камнепадах.

Каждый из названных геодинамических процессов имеют свою геоморфологическую и климатическую зону, приуроченность к определённым геолого-литологическим группам и влияет на появление и возникновения рельефа и другие сходные явления. Опасность оползней заключается не только в ущербе для земель и объектов, но и в их внезапности и масштабах, как это наблюдается в Центральном Таджикистана (Зиддинская впадина) [43, 52, 3-А].

«По данным классификации Саваренского Ф.П. [58] и рекомендациям других исследователей, в пределах изучаемой территории выделяют следующие группы оползней по генетическому признаку:

- скольжения и срезания;
- соскальзывания;
- сложного типа;
- течения (потоки, оплывы и оплывины)» [4-А, с. 230].

*Оползни скольжения и срезания.* Оползни скольжения в коренных породах встречаются редко и связаны с полускальными и скальными породами верхнего мела и палеогена, а также с сейсмоактивными нарушениями. Наибольшие оползни зарегистрированы в зоне Сарибского разлома (долина р.

Обиминоу), с объёмами от 0,8 до 70 млн. м<sup>3</sup>. Наиболее распространены оползни объёмом 7-15 млн. м<sup>3</sup>. Эти смещения четко выражены в рельефе, но часто подвергаются эрозии и вторичным оползням. Размеры оползней составляют в среднем 300x500 м при глубине до 60 м. «Оползни данного типа встречаются в междуречье Кызылсу-Яхсу, на склонах хребтов Сарсаряк, Каратау, Вахш, Ионахш и Сурхку. Они связаны со склоновой и овражной эрозией, а их объемы варьируются, но наиболее распространены одноступенчатые оползни объемом 0,8–3,0 млн. м<sup>3</sup>, с глубиной захвата до 100 м [4-А, с. 230].

Оползни соскальзывания представляют собой структурные оползни, где блоки пород смещаются по обводненным горизонтам. Они встречаются в зоне сейсмической активности, затрагивая в основном делювий, с глубиной захвата от 7 до 20 м и объемом 10-50 млн. м<sup>3</sup>.

«Оползни сложного типа включают оползни с изменяющимися формами деформации. В одной группе — оползни сложнопереходных форм, встречающиеся в коренных породах (объемы от 0,12 до 40 млн. м<sup>3</sup>) с глубиной захвата 20-150 м. В другой группе — оползни с неопределенным типом деформации, которые проявляются в крупных массах на высоких склонах, с объемом от 2,5 до 12 млн. м<sup>3</sup> и глубиной захвата до 200 м.

Оползни течения делятся на оползни-потоки, оплывины и поверхностные сплывы, которые наиболее опасны из-за своей мгновенной активности и переходов в грязевые сели. Оползни-потоки бывают разных возрастов, часто проявляются в виде выровненных цирков и ложбин. Голоценовые оползни составляют около 30% и имеют объемы от 0,05 до 2,5 млн. м<sup>3</sup>, часто сопровождаются овражной эрозией [4-А, с. 231].

Оплывины и смещения на крутых склонах, сложенных рыхлыми обломочными и лессовыми породами, характеризуются небольшой глубиной и ограниченной площадью распространения. Средний объем смещения — 20-30 тыс. м<sup>3</sup>. Крутизна склонов составляет 30-60°, часто до 80°, где происходит срыв делювия на глубину до 1,5 м. Оплывины обычно возникают в средней части склонов, на высотах 20-80 м, где мощность делювиального покрова

максимальна, или на уступах среднеплейстоценовых уровней. Причиной их образования являются переувлажнение верхней части лессового слоя, интенсивные осадки или таяние снега, а также промачивание маломощного делювия.

Поверхностные оплывы схожи с оплывинами, но имеют большую глубину захвата (1,5-5 м) и объемы (25-60 тыс. м<sup>3</sup>). Они распространены в центральной и восточной части Кулябской области, особенно в верховьях рек Кызылсу и Яхсу. Эти оплывы связаны с мелкими оползнями скольжения и активными эрозионно-овражными процессами. Многие из них представляют угрозу населенным пунктам и хозяйственной деятельности [4-А, с. 232].

Особенности оползней в Кулябской зоне включают следующие факторы в разных геоморфологических зонах:

1. **Горные районы:** оползни образуются из-за разрушения мягких мезокайнозойских пород, наличия глинистых горизонтов, нарушенности пород и высокой водообильности водоупорных слоев, а также сейсмической активности.
2. **Среднегорные районы:** высокая расчлененность склонов, просачивание подземных вод и разрушение оснований склонов способствуют образованию оползней.
3. **Низкогорные районы:** овражная эрозия и дренирование подземных вод из водоносных горизонтов ускоряют процесс разрушения склонов.
4. **Долины:** активизация оползней связана с подмывом и обрушением склонов рек и оврагов, а также чрезмерным поливом

Современные геологические процессы имеют несколько закономерностей:

1. Основная часть оползней сосредоточена в бассейнах рек Шуробдарья, Яхсу и Обиминоу, охватывая центральную и восточную части исследуемой территории.
2. Оползни делятся на две возрастные группы: древние, включающие крупные смещения в коренных породах и четвертичных отложениях, и

современные, характеризующиеся мелкими сдвигами в лессовидных суглинках.

3. Оползни классифицируются по ведущим факторам: сейсмогенные, образованные подземными водами и атмосферными осадками, и антропогенные. Наиболее распространены оползни, связанные с воздействием воды, особенно в низкогорных районах и среднегорных делювиальных склонах.
4. Преобладают оползни скольжения, составляющие около 65% всех случаев. Они часто сочетаются с оползнями течения и сложного типа, особенно в районах с обнаженными породами мела и палеогена.
5. Типы смещений приурочены к определенным геологическим слоям:
  - оползни течения встречаются в верхнем мелу и лессовых суглинках;
  - сложные оползни чаще связаны с верхним меловым и среднепалеогеновым карбонатно-глинистым слоем, а также угленосными отложениями юры;
  - сплывы и оплывины характерны для верхней части лессовидных суглинков и делювиального покрова.

### **3.1.2. Группа эрозионно-денудационных процессов**

Эрозионные процессы широко распространены и охватывают различные явления, главной особенностью которых является активность поверхностных вод. Эти процессы взаимосвязаны как между собой, так и с другими, особенно гравитационными [4-А, с. 233].

Селевые явления развиты во всех геоморфологических зонах, образуя потоки в эрозионно-денудационных формах рельефа, современных долинах и крупных оврагах, прорезающих лессовые суглинки. Иногда они сопровождаются оползнями. В зависимости от состава твердой составляющей различают три типа селевых потоков: водо-каменные, грязекаменные и грязевые. В Таджикистане выделяют 5 типов склонов, отражающих



особенности селевого формирования. Эти типы отличаются по характеру развития, составу твердого стока и ведущему процессу.

В бассейнах рек Обиминоу, Иол и Тебалай грязно-каменные сели распространены почти по всей территории. Их распространения — эрозионно-гравитационные очаги в основном в водосборных бассейнах, где каменный материал поступает благодаря активную эрозию в верхней части водосборного бассейна и частично в зоне транзита, где выходы коренных пород отчетливо заметно. Твердые материалы формируются в результате выветривания и физического разрушения различных литологических пород.

Гравитационные процессы, такие как обвалы и камнепады, играют вспомогательную роль в формировании селей, влияя на них в зоне транзита, где служат источником дополнительного твердого материала. Оползни в четвертичных отложениях и обрушения бортов террас добавляют глинистый материал в селевые потоки. При образовании оползней в лессовидных суглинках, их скольжение или поток переходят в грязекаменные сели

Питание водной составляющей происходит за счет снеготаяния и ливней. Материал выносится в устье, образуя конусы выноса. Объемы селевых выносов варьируются от 0.06 до 2 млн. м<sup>3</sup> в зависимости от бассейна и накопленного материала. Современные эрозионные процессы на конусах выноса имеют небольшую глубину, не более 2 м. Сели при выходе на конус могут растекаться или менять русло, угрожая подтоплением и разрушениями (например, в Муминабад) [4-А, с. 234].

Грязекаменные сели распространены в бассейнах рек Обиминоу, Иол и на хребте Каратау. Основные факторы их формирования — оползни в лессовидных суглинках и активная эрозия склонов. Оползни снабжают сели твердым материалом, а их быстрый поток может вызвать сильные сели. Каменный материал поступает от эрозионных процессов в коренных породах, которые слабо обнажены в бассейнах грязекаменных селей [4-А, с. 234].

Зоной транзита грязекаменных селей являются узкие эрозионные врезы и овраги длиной 1.5-8 км с площадью бассейнов 0.7-3.5 км<sup>2</sup>. Вынос и накопление

материала происходит в устьевых частях, образуя конусы выноса. Объем выносов варьируется от 0.08 до 1.6 млн. м<sup>3</sup>. Это представляет угрозу для населенных пунктов и сельскохозяйственных территорий, таких как Муминабад. Грязевые сели распространены в бассейнах реки Яхсу, Кызылсу, Тира и в Каратау-Тереклитау. Они формируются в неглубоких оврагах на лессовых и рыхлых отложениях [5-А]. Площадь их бассейнов не превышает 1 км<sup>2</sup>. Твердый материал поступает за счет обрушений и оползней во время дождей, особенно в ассоциации оползень-поток-грязевой сели. Объемы грязевых селей не превышают 0.08 млн. м<sup>3</sup>, но бывают и более крупные потоки (до 0.5 млн. м<sup>3</sup>). Разгрузка происходит в устьевых частях оврагов, где образуются конусы выноса. Большинство селей имеют объемы 5-50 тыс. м<sup>3</sup> с частотой 5-20 лет, а катастрофические сели (более 50 тыс. м<sup>3</sup>) редки, но могут возникать с интервалом от 5 до 100 лет.

В настоящее время катастрофические сели не затрагивают населенные пункты, но малые сели (5-25 тыс. м<sup>3</sup>) угрожают сельскому хозяйству и инфраструктуре с периодичностью 3-10 лет. Около 135 селевых бассейнов находятся за пределами хозяйственного использования, но при расширении сельскохозяйственных земель они могут стать опасными [4-А, с. 233].

### **3.2. Идентификация геологических опасностей Вахш-Кафирниганской зоны**

В Вахш-Кафирниганской зоне Юго-Западного Таджикистана наиболее активными опасными природными процессами являются: землетрясения, оползни (рис. 3.2.1), сели, наводнения, суффозионно-карстовые процессы и просадки (по данным ИАЦ КЧС ПРТ) [97, 80, 99].

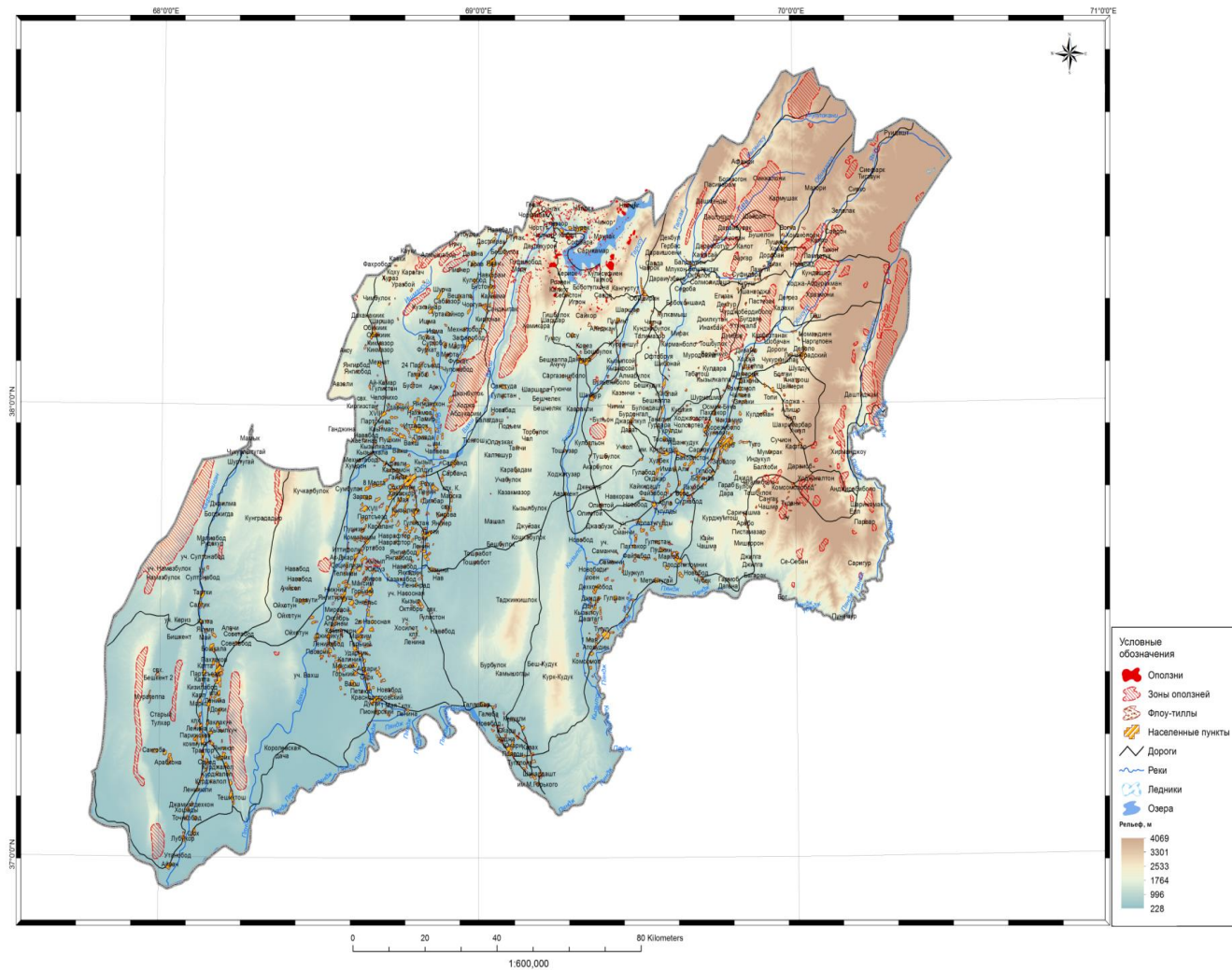


Рисунок 3.2.1. - Карта оползневой пораженности Юго-Западного Таджикистана (Ишук Н.Р., Ишук А.Р., Саидов М.С.)

«Основная угроза связана с геологическими процессами, в частности, селеобразованием и оползнями. Селевые процессы составляют 20% всех чрезвычайных ситуаций. Геологические катастрофы, несмотря на меньшую частоту, оказываются более разрушительными, как, например, землетрясения, унесшие более 40 тысяч жизней за последние 100 лет» [14].

«Территория расположена в зонах сейсмической активности 7-9 баллов, что способствует повышению интенсивности сейсмических воздействий вдоль разломов» [33, 34]. Оползни в регионе фиксировались в 1969, 1976, 1980 и 2006 годах, с повторяемостью около 0,095 за 50 лет.

### **3.3. Идентификация геологических опасностей Кулябской зоны**

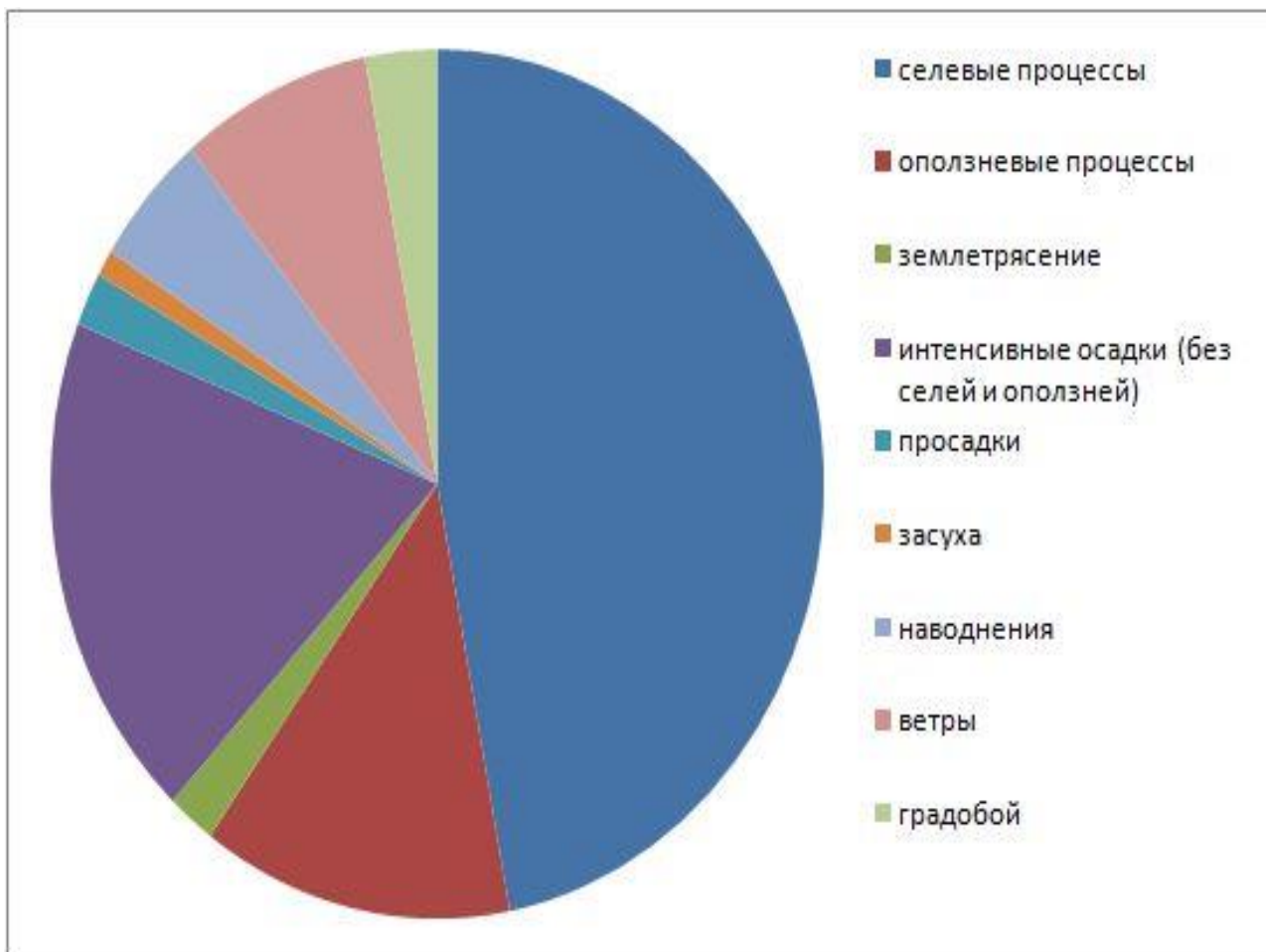
Анализ данных о природных опасностях в Кулябской зоне показал, что до 65% ЧС вызваны селями, оползнями, просадками и сейсмическими процессами. Из них селевые процессы занимают 47 %, а оползни — 13 % (рис. 3.3.1) [97, 98] [8-А, с. 207].

«Оползневые процессы часто происходят на участках с неустойчивыми горными породами, такими как лессовые грунты душанбинского и илякского комплексов. Другим опасным природным процессом для данной территории являются землетрясения. Так, например, при землетрясении 3 марта 2002 года в Муминабадском районе были разрушены 28 зданий, повреждены более 520, что соответствует ущербу от селевых процессов за 15 лет» [99]. Территория находится в зоне 7-балльной сейсмичности с повторяемостью раз в 100 лет, с возможным достижением 8 баллов вдоль разломных зон [34]

Эрозионные процессы в реках имеют второстепенное значение по сравнению с селями, а лавины и камнепады не характерны для территории из-за ее небольших высот. Основными природными угрозами являются сели и землетрясения, особенно для Кулябской зоны. Для этих опасностей целесообразно провести региональную оценку риска [8-А, с. 211-212].

Важнейшим элементом региональной оценки риска является подготовка исходных данных в виде карт и таблиц развития природных опасностей,

отображающих подверженность территории, характер регионального развития и интенсивность проявления опасных природных, в рассматриваемом случае – геологических процессов. В рамках настоящих анализировались сейсмическая опасность и опасности развития склоновых (оползневых и селевых) процессов



**Рисунок 3.3.1. - Источники природных чрезвычайных ситуаций в Кулябской зоне Таджикистана [98]**

Природные условия в исследуемой территории обусловлена активностью современных склоновых процессов. На большей части района (кроме западной части долины р. Яхсу) рельеф контрастный, способствующий оползням и селям (табл. 3.3.1).

**Таблица 3.3.1. - Информация об опасных зонах Кулябского района [8-А]**

№	Список опасных зон (джамоат, населенный пункт)	Виды чрезвычайных ситуаций	Количество людей, проживающих в зонах чрезвычайных ситуаций	Количество сооружений расположенных в зонах бедствия	Общая площадь распространения опасных зон га

Продолжение таблицы 3.3.1.

1	2	3	4	5	6
Джамоат Зираки					
1	Офтоблико	Оползень	2571	300	53,90
2	Нижний Корези	Наводнение	1847	227	40,30
3	Верхний Корези	Наводнение	1089	130	37,35
4	Чоктемур	Наводнение	1534	188	39,30
5	Хакимобод	Наводнение	1371	163	24,58
6	Шаршар	Наводнение	40	4	3,58
Джамоат Дахана					
1	Анваробод	Наводнение	622	79	13,65
2	Хонаобод	Наводнение	2576	292	40,26
3	Токакаппа	Наводнение	1581	178	24,55
4	Дахана	Наводнение	1469	163	108,99
5	Олтовул	Наводнение	2592	289	53,16
6	Камар	Наводнение	205	27	8,04
Джамоат Зарбдор					
1	Маргак	Наводнение	590	57	11,71
2	Давлатобод	Наводнение	1176	114	21,24
Джамоат Кулоб					
1	Лагмон	Наводнение	3180	312	59,54
2	Пахтакор	Наводнение	2014	230	38,42
3	Чорбог	Наводнение	2620	302	89,43
4	Саричашма	Наводнение	2074	202	24,58
5	Навобод	Наводнение	2615	289	39,80
6	Тудакавш	Наводнение	1842	189	32,84
Город Кулоб					
1	Улицы Лохути и 1 майский	Наводнение	204	25	3,31
2	Улицы Чапаева	Наводнение	315	56	4,35
Опасные зоны района Темурмалик					
1	Районный центр Темурмалик, улица Хамрохиё	Обвал	806	106	10
2	Участок Мурғхона	Сель, р. Сурхоб	51	8	2,15
3	Джамоат Бобоюнус н.п. Яккасада	Провал грунта	67	8	3
4	н.п. Талимазор	Сель	40	4	2
5	Чилча	Сель	93	13	1
6	Джамоат Кушкич, н.п. Киблаи	Сель	66	11	8,6
Опасные зоны района Темурмалик					

<b>Продолжение таблицы 3.3.1.</b>					
1	Районный центр Темурмалик, улица Хамрохиё	Обвал	806	106	10
2	Участок Мурғхона	Сель, р. Сурхоб	51	8	2,15
3	Джамоат Бобоюнус н.п. Яккасада	Провал грунта	67	8	3
4	Талимазор	Сель	40	4	2
5	Чилча	Сель	93	13	1
6	Джамоат Кушкич, н.п. Киблаи	Сель	66	11	8,6
7.	Джамоат Кангурт н.п. Оби ширин	Сель	91	9	1,5
8.	Чамогулиён	Сель	28	4	1,5
9	Руи Об	Сель	25	3	1
10	Кангурт	Сель	23	4	4
11	Джамоат Каракамиш, н.п. Каракамиш	Сель	33	4	2
12	Фалхобод	Сель	123	13	2
13	Дахани Намак	Сель	104	10	1
<b>Опасные участки района Бальджуван</b>					
1	Таджикистан	Сель	82	14	256
<b>Опасные участки района Муминабад</b>					
1	Чавзодара Хоразмони	Сель	439 417	9 12	11, 1 1,44
2	Дегрез	Сель, оползень	723	40	4,8
3	Чилдухтарон	Сель	595	4	4,8
4	Боги дилкушо	Оползень	148	10	1, 20
5	Сафедбанд	Оползень	43	6	0,72
<b>Джамоат Кулчашма</b>					
1	Геши	Сель, оползень	2535	45	5, 40
2	Садбаргох	Сель,	1836	10	1, 20
3	Маргаки убара	Оползень, Сель,	77	15	1, 80
4	Личчаки боло	Сель,	304	7	0,84
5	Сайёд	Сель,	56	9	1, 08
6	Кулчашмаи боло- поён	Сель,	1849	35	4, 20
7	Момандиён	Сель, оползень	1426	16	1,92
8	Делоло	Сель,	2765	30	2,40
9	Дарай Махмуд	Оползень	80	7	0,84
10	Шохбачаи дарагиён	Оползень	27	3	0,36

Продолжение таблицы 3.3.1.

Джамоат Муминабад					
1	А.Партоев	Сель	1163	10	1, 20
2	С.Назаров	Сель	557	6	0,72
3	С.Айни	Сель	315	5	0,60
4	Фирдавси	Сель	460	9	1, 0,8
Джамоат Дехибаланд					
1	Файзобод	Сель	1068	17	2, 0,4
2	Ханатарош	Сель	1546	16	1, 92
3	Шахри нав	Сель, оползень	876	12	1, 44
4	Сармайдони боло	Сель	1083	20	2, 40
5	Шулдук	Оползень	520	13	1, 56
Джамоат Боггаи					
1	Хучаи Нур	Оползень	579	13	1, 56
2	Фурузоба	Сель	748	5	0,60
3	Шаймири	Сель	755	8	0,96 с
4	Яккачинор	Сель	692	7	0,84
5	Чорводор	Сель	172	9	1, 08
6	Лангар	Сель	1531	7	0,84
7	Охчар	Сель	1059	18	2,16
8	Чукурак	Оползень	461	5	0,60
Джамоат Ту-Ту					
1	Чарчеп	Сель	897	14	1,68
2	Ту-Ту	Сель	692	11	1,32
3	Кулдамон	Сель	1118	9	1,08
4	Чашмаи чушри	Сель	972	12	1,44
5	Сангдараи Боло	Сель	580	7	0,84
6	Сангдараи поён	Сель	415	6	0,72
Балхоби					
1	Боги Хабиб	Сель	1693	18	2,16
2	Тебалай	Сель	1381	16	1,90
3	Туго	Сель	1813	9	1,08
4	Балхоби	Сель	388	7	0,84
5	Момирак	Сель	1514	8	0,96
6	Гарабдара	Сель	501	6	0,72
7	Шулулу	Сель	512	7	0,84
Опасные участки района Ховалинг					
Джамоат Ховалинг					
1	Обшорон	Сель	33	220	3,3
2	Сохтмончиён	Сель	33	250	3,3
3	Дашти Кавакаи нав	Сель	10	70	1,5
Джамоат Сарисиёб					
1	Токак	Оползень	4	30	0,5
2	Дахани Шол	Оползень	10	65	1,5
3	Хангуртак	Просадка	16	90	2
Джамоат Чомбахт					
1	Чепи Вол	Сель	20	170	2
2	Дараи Мухтор	Сель	18	180	2



**Продолжение таблицы 3.3.1.**

Джамоат Лохути					
1	Лохути	Сель	30	103	
2	Садбаргхо	Оползень	13	110	
3	Халкаёр	Просадка	20	115	
4	Чинако	Оползень	17	45	
Джамоат Шугнов					
1	Зелолак	Оползень	65	560	8
2	Хочаи Савзпуш	Оползень	10	80	1,5
3	Дарай Сов	Оползень	28	239	3,5
Опасные участки района Дангара					
1	Джамоат Ш. Шарифов	Оползень	23	23	13
2	Джамоат Оксу	Оползень	80	80	23
3	Джамоат Кореэ	Сель	46	46	3,5

«Оползневые процессы часто происходят на участках с неустойчивыми горными породами, такими как лессовые грунты душанбинского и илякского комплексов. Другим опасным природным процессом для данной территории являются землетрясения. Так, например, при землетрясении 3 марта 2002 года в Муминабадском районе были разрушены 28 зданий, повреждены более 520, что соответствует ущербу от селевых процессов за 15 лет» [99]. «Территория находится в зоне 7-балльной сейсмичности с повторяемостью раз в 100 лет, с возможным достижением 8 баллов вдоль разломных зон» [34, 72, 74].

Эрозионные процессы в реках имеют второстепенное значение по сравнению с селями, а лавины и камнепады не характерны для территории из-за ее небольших высот. Основными природными угрозами являются сели и землетрясения, особенно для Кулябской зоны. Для этих опасностей целесообразно провести региональную оценку риска (см. рис. 3.2.3) [8-А, с. 212].

Важнейшим элементом региональной оценки риска является подготовка исходных данных в виде карт и таблиц развития природных опасностей, отображающих подверженность территории, характер регионального развития и интенсивность проявления опасных природных, в рассматриваемом случае – геологических процессов. В рамках настоящих анализировались сейсмическая

опасность и опасности развития склоновых (оползневых и селевых) процессов [8-А, с. 212].

*Карта сейсмической опасности.* Исходными данными для составления «Карты сейсмической опасности Юго-Западного Таджикистана», в первую очередь, являлась информация, представленная в Строительных нормах и правилах РТ «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования»: МКС ЧТ 22-07-2007 [63, 67].

В качестве основных материалов были приняты: материалы по сейсмическому районированию территории Республики Таджикистан (2004, под ред. С.Х. Негматуллаева) [34], характеризующие нормативную сейсмичность территории (в баллах); материалы районирования территории по возможным ожидаемым магнитудам землетрясений; данные о местоположении эпицентров инструментально зафиксированных землетрясений; данные о повторяемости сейсмических событий, принятые в МКС ЧТ 22-07-2007 [63].

Сведениями по ожидаемой балльности возможных сейсмических событий и их повторяемости была дополнена атрибутивная таблица слоя «Населенные пункты», что позволило в дальнейшем провести количественную оценку сейсмического риска.

*Карта оползневой и селевой опасностей.* В рамках настоящей работы была использована Карта оползневой и селевой опасностей Юго-Западного Таджикистана [86]. Районирование Юго-Западного Таджикистана по подверженности развитию оползневых и селевых процессов на карте проводилось исходя из основных факторов, определяющих предрасположенность территории к формированию склоновых процессов, включая: наличие участков с контрастным рельефом, поверхностей со значительными уклонами; присутствие в геологическом разрезе горных пород, подверженных увлажнению (лёссы, глинистые породы) и выветриванию [8-А, с. 211-212].

Для расчёта и создания карты уклонов склонов использовались данные ASTER GDEM. Геологические карты масштаба 1:200 000 применялись для анализа распространения различных типов горных пород.

При классификации территории по подверженности оползневым и селевым процессам были учтены следующие категории: высокий риск возникновения оползней в естественных условиях; риск оползнеобразования в скальных и полускальных породах — сочетание крутых уклонов с присутствием литифицированных глинистых слоёв; низкий риск оползнеобразования — отсутствие выраженных уклонов [8-А, с. 212-213].

По итогам картирования, территории с высоким риском оползнеобразования составляют около 4,0% от общей площади исследуемого района. В районы с риском оползней в скальных породах входит примерно 6,0-6,5% территории.

Следует отметить, что, общая площадь распространения, подверженная природному риску в Юго-Западном Таджикистане, составляет 10 % от всей площади района, а для оставшихся 90 % риск возникновения оползней оценивается как минимальный.

### **Выводы по третьей главе**

Анализ данных о развитии чрезвычайных ситуаций природного характера в Вахш-Кафирниганской зоне показал, что основная часть таких событий, около 40%, связана с процессами селей и оползней. Наибольшую роль в возникновении природных ЧС играют сели, составляющие 20%, в то время как оползни вносят 9%. Другим типом катастрофических природных процессов на данной территории являются землетрясения, которые вносят 9% в общую картину ЧС природного происхождения. Например, землетрясение 3 марта 2002 года с магнитудой до 6 баллов вызвало полное разрушение 28 зданий и повреждение более 520 строений, включая более 500 жилых домов, что сопоставимо с ущербом, вызванным селеобразующими процессами за последние 15 лет. Стоит отметить, что по данным ИГССС НАН Таджикистана

[99], территория находится в зоне с сейсмичностью 7 баллов, с повторяемостью 1 раз в 100 лет. Кроме того, наличие значительных тектонических нарушений предполагает, что в районах вдоль разломов интенсивность сейсмических воздействий может достигать 8 баллов [8-А, с. 213]

## **ГЛАВА 4. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ**

*В этой главе представлена методика расчета экономического и социального риска, а также исходные данные для анализа. Рассматриваются результаты оценки воздействия землетрясений и склоновых процессов на экономический и социальный риск для населенных пунктов, расположенных в Вахи-Кафирниганской и Кулябской зонах Юго-Западного Таджикистана.*

### **4.1. Оценка экономического риска от воздействия опасных геологических и гидрометеорологических процессов**

#### **4.1.1. Методика расчета экономического риска и используемые исходные данные**

Оценка дифференцированного экономического риска, связанного с воздействием ОГП и ГП на населенные пункты территории, проводилась по методике, представленной в «Руководстве по региональной ОРСБ на территории Республики Таджикистан» (2011). Расчет полного экономического риска от ОГП осуществлялся с использованием следующей формулы:

$$R_e(H) = P(H) * P_s(H) * V_e(H) * D_e, (1)$$

где  $R_e(H)$  — риск потерь от геологической опасности (H);  $P(H)$  — частота проявления геологической опасности (H) на заданной территории, выраженная в статистической вероятности (случаев/год);  $P_s(H)$  — вероятность поражения объекта геологической опасностью (H) в пространстве;  $V_e(H)$  — экономическая уязвимость объекта к рассматриваемой геологической опасности (H);  $D_e$  — стоимость объекта до его повреждения [51, с. 44].

*Повторяемость геологической опасности (H) определялась, исходя из природных особенностей рассматриваемой территории, а также с учетом действующих нормативных документов Республики Таджикистан. Повторяемость сейсмических событий определялась согласно требованиям «Строительных норм и правил Республики Таджикистан», «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [63], определяющих для населенных*

пунктов повторяемость (в год)  $P(H)$  сейсмических событий, равную 0,01 [100, с. 35].

«Климатические условия Таджикистана играют ключевую роль в возникновении стихийных бедствий в стране. Почти все опасности, фиксируемые на его территории, связаны с метеоклиматическими факторами, которые активируют оползни и сели» [100, с. 36].

«Анализ данных о чрезвычайных ситуациях природного происхождения, собранных ИАЦ КЧС при ПРТ за период с 1996 по 2020 годы [44, 80, 98, 99], показал, что около 40% зарегистрированных бедствий вызваны метеоклиматическими явлениями. Рассмотрение изменений годовых осадков на метеостанции Муминабад выявило аномалии в 1969, 1975, 1991, 1992, 1998, 2003, 2009 и 2010 годах. На основе этого анализа повторяемость оползней и селей (в год) оценивается как 0,09, 0,045 и 0,025 в зависимости от масштаба процесса (для селей — по величине водотока). Эти данные были внесены в атрибутивную таблицу» [100, с. 37].

«Геометрическая вероятность поражения  $P_s(H)$  объектов (например, территорий населенных пунктов или земельных участков) была выполнена с использованием пространственного анализа с применением ГИС и представляет собой отношение площади, потенциально поражаемой опасным природным процессом (оползнем, селом) к общей площади объекта (например, населенного пункта или земельного участка). Геометрическая вероятность поражения  $P_s(H)$  объектов при оценке риска от сейсмического воздействия принималась равной единице ( $P_s(H)=1$ ), что соответствует подверженности воздействию всей площади объекта. Геометрическая вероятность поражения  $P_s(H)$  объектов при оценке риска от воздействия селевых процессов оценивалась, исходя из фактических данных пространственного анализа (с использованием ГИС) соотношения площади населенного пункта, оказавшегося в зоне воздействия селевых потоков, к общей площади населенных пунктов» [100, с. 38].

Тематическое дешифрирование материалов дистанционного

зондирования по территории Юго-Западного Таджикистана показало, что:

- в 1998-1999 гг. при прохождении селей в зоне воздействия оказались 20 населенных пунктов, при этом величина геометрической пораженности площади населенных пунктов составила от 0,00017 до 1,0 при средней величине 0,117;
- в 2010 г. при прохождении селей в зоне воздействия оказался 41 населенный пункт, при этом величина геометрической пораженности площади населенных пунктов составила от 0,0004 до 1,0 при средней величине 0,177.
- в 2021 г. при прохождении селей в зоне воздействия оказались 150 населенных пунктов, при этом величина геометрической пораженности площади населенных пунктов составила от 0,0004 до 1,0 при средней величине 0,177.

Доля площади населенного пункта, оказавшегося в зоне воздействия селевых потоков, рассчитывалась оверлейным наложением картографических материалов, отображающих населенные пункты и области развития селевых процессов (разделенных по временным периодам). Полученные значения использовались для дальнейших расчетов. Экономическая уязвимость  $V_e(H)$  сооружений, которые могут подвергаться в зоне воздействия чрезвычайно опасных современных природных процессов, зависит от типа возможного воздействия. Определим их следующим образом.

$$V_e(H) = (0,3231) + (0,6770,5) = 0,6615$$

Стоимость типового домохозяйства до поражения установлена в 163 000 сом. Оценка стоимости 1 га сельскохозяйственных угодий определяется через недополученный доход от воздействия опасного природного процесса, и составляет 1800 сом, исходя из средней урожайности зерновых. На основе этих данных были проведены расчеты экономического риска для населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий в Юго-Западном Таджикистане с использованием ГИС.



**Рисунок 4.1.1.1. - Карта пораженности опасными геологическими процессами населенного пункта Уяли Хуросонского района, с отображением на ней селевого потока 2009 года (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**

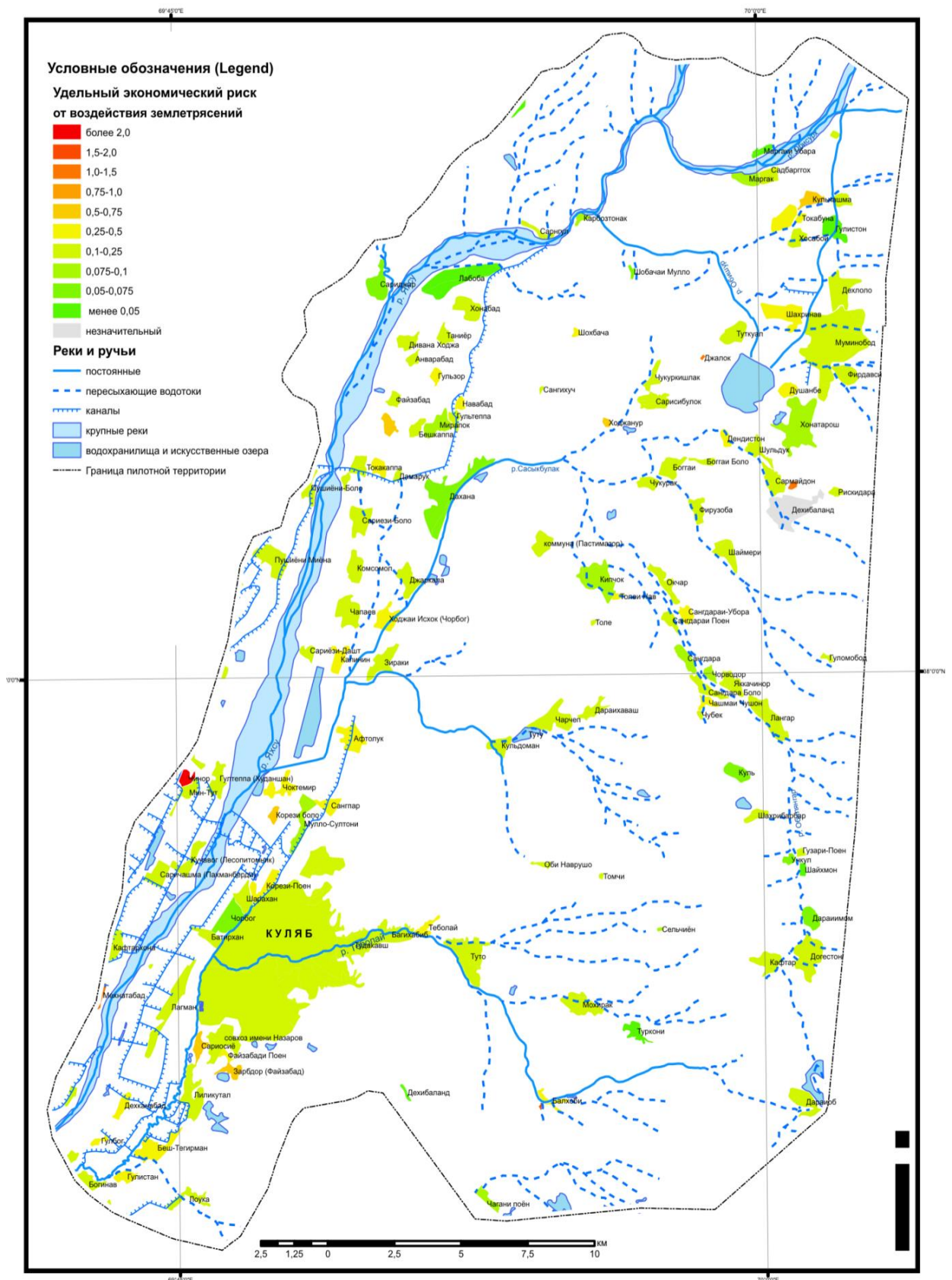


#### **4.1.2. Анализ результатов оценки экономического риска от воздействия землетрясений для населенных пунктов, расположенных в Кулябской и Вахш-Кафирниганской зонах Юго-Западного Таджикистана**

Результаты оценки удельного экономического риска от воздействия землетрясений приведены на карте оценка удельного экономического риска от сейсмических воздействий для населенных пунктов Кулябской зоны Юго-Западного Таджикистана (рис. 4.1.2.1).

На карте, видно, что величины удельного экономического риска от воздействия землетрясений (в годовом исчислении) колеблются от менее 0,05 сом/м<sup>2</sup> до 2,0 сом. /м<sup>2</sup> и более:

- наиболее значимыми величины удельного экономического риска от воздействия землетрясений являются для населенного пункта Чинор (2,4 сом/м<sup>2</sup>);
- более 1,0 сом/м<sup>2</sup> величины удельного экономического риска от воздействия землетрясений составляют для зданий на территории населенных пунктов: Балхоби, Сармадон-1, Джалок, Мехтанабад;
- от 0,5 сом/м<sup>2</sup> до 1,0 сом/м<sup>2</sup> величины удельного экономического риска от воздействия землетрясений составляют для зданий на территории населенных пунктов Зарбдор (Файзабад), Ш. Файзалиев (Калот), Корези-боло, Кульчашма, Сариосиё, Ходжанур;
- для зданий в пределах остальных населенных пунктов значения удельного экономического риска от воздействия землетрясений не превышают 0,5 сом/м<sup>2</sup>;
- максимальные величины экономического риска от воздействия землетрясений (более 500 тыс. сомони/год) были получены для территорий крупных населенных пунктов – Явана, Бохтар, Арабхона, Хисорак, Сангоба;
- несколько меньшие значения экономического риска от воздействия землетрясений (450-500 тыс. сомони/год) были получены для Кабодиёна, Балха, Лайлакул, Исмоили Сомони.



**Рисунок 4.1.2.1. - Карта оценки удельного экономического риска от сейсмических воздействий для населенных пунктов Кулябской зоны (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**

Результаты оценки удельного экономического риска от воздействия землетрясений приведены на карте оценки удельного экономического риска от сейсмических воздействий для населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны Юго-Западного Таджикистана (рис. 4.1.2.2). На карте, составленной с учетом вышеуказанных вычислений и допущений, показано, что удельный экономический риск от землетрясений (в годовом исчислении) варьируется от менее 0,05 сомони/м<sup>2</sup>/год до 1,0 сомони/м<sup>2</sup>/год и выше. Наибольшие значения этого риска наблюдаются для н.п. Санджитак (~2,0 сомони/м<sup>2</sup>/год).

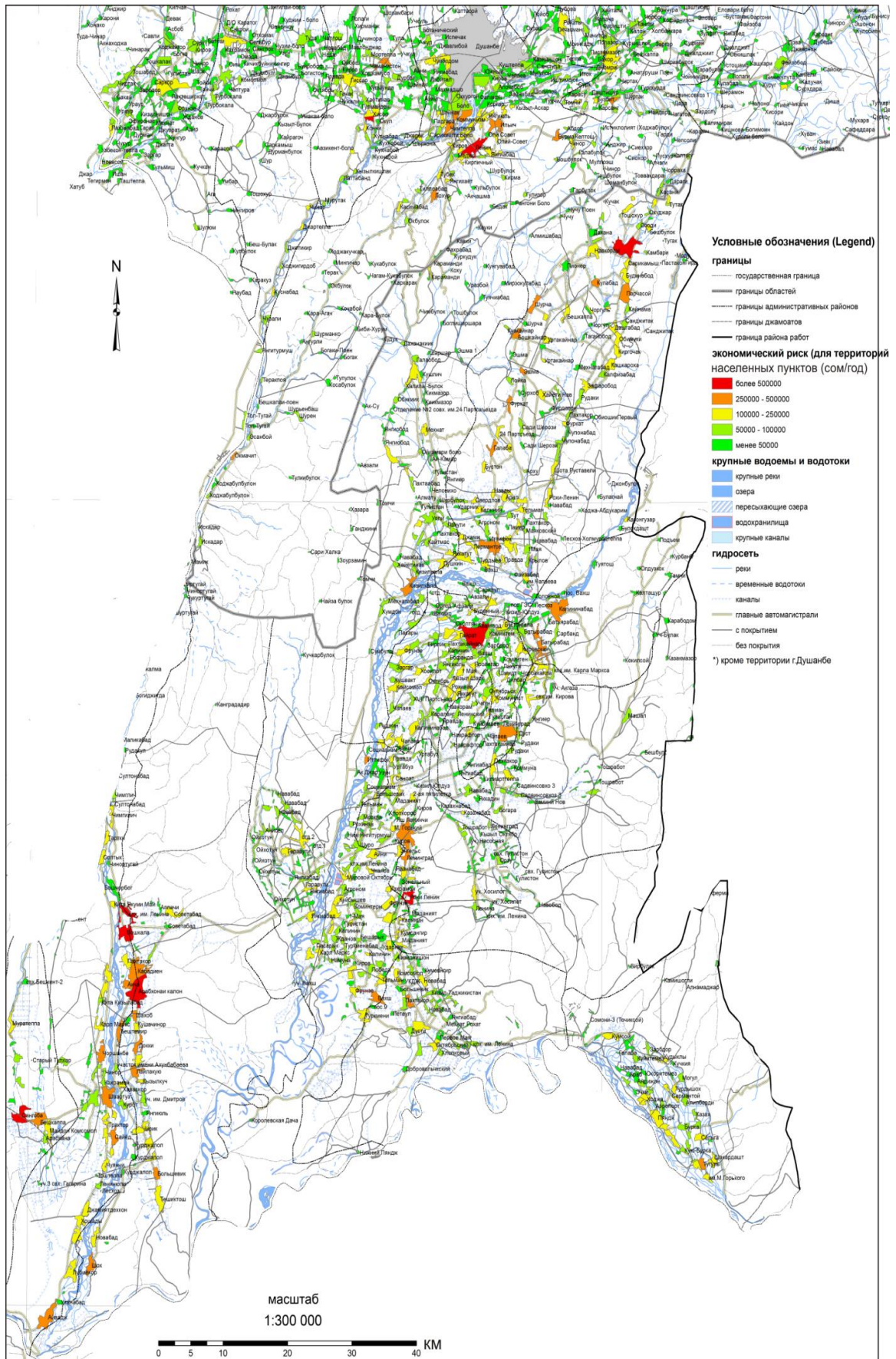
- более 1,0 сомони/м<sup>2</sup>/год величины удельного экономического риска от воздействия землетрясений составляют для зданий на территории населенных пунктов Пахтакор (частично), Чуянчи-Оби, Хомиён, Бошкайнар (частично), Томичи (частично), Шуроби, Искандар;

- от 0,5 сомони/м<sup>2</sup>/год до 1,0 сомони/м<sup>2</sup>/год величины удельного экономического риска от воздействия землетрясений составляют для зданий на территории 26 населенных пунктов (~1% от общего количества);

- для зданий в пределах остальных населенных пунктов значения удельного экономического риска от воздействия землетрясений не превышают 0,5 сомони/м<sup>2</sup>/год.

#### **4.1.3. Анализ результатов оценки экономического риска от воздействия селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны**

Результаты оценки удельного экономического риска от воздействия селевых процессов приведены на «Карте величин удельного экономического риска от воздействия селевых процессов», рассматривающей территории населенных пунктов (рис. 4.1.3.1), и «Карте величин удельного экономического риска от воздействия селевых процессов на сельскохозяйственные угодья.



**Рисунок 4.1.2.2. - Карта оценки экономического риска от сейсмического воздействия для населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны [100]**

На представленной «Карте величин удельного экономического риска от воздействия селевых процессов» (рис. 4.1.3.1), полученной с учетом приведенных выше вычислений, видно, что величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов (в годовом исчислении) колеблются от менее 0,1 сом/м<sup>2</sup> до 4,0 сом/м<sup>2</sup> и более [118].

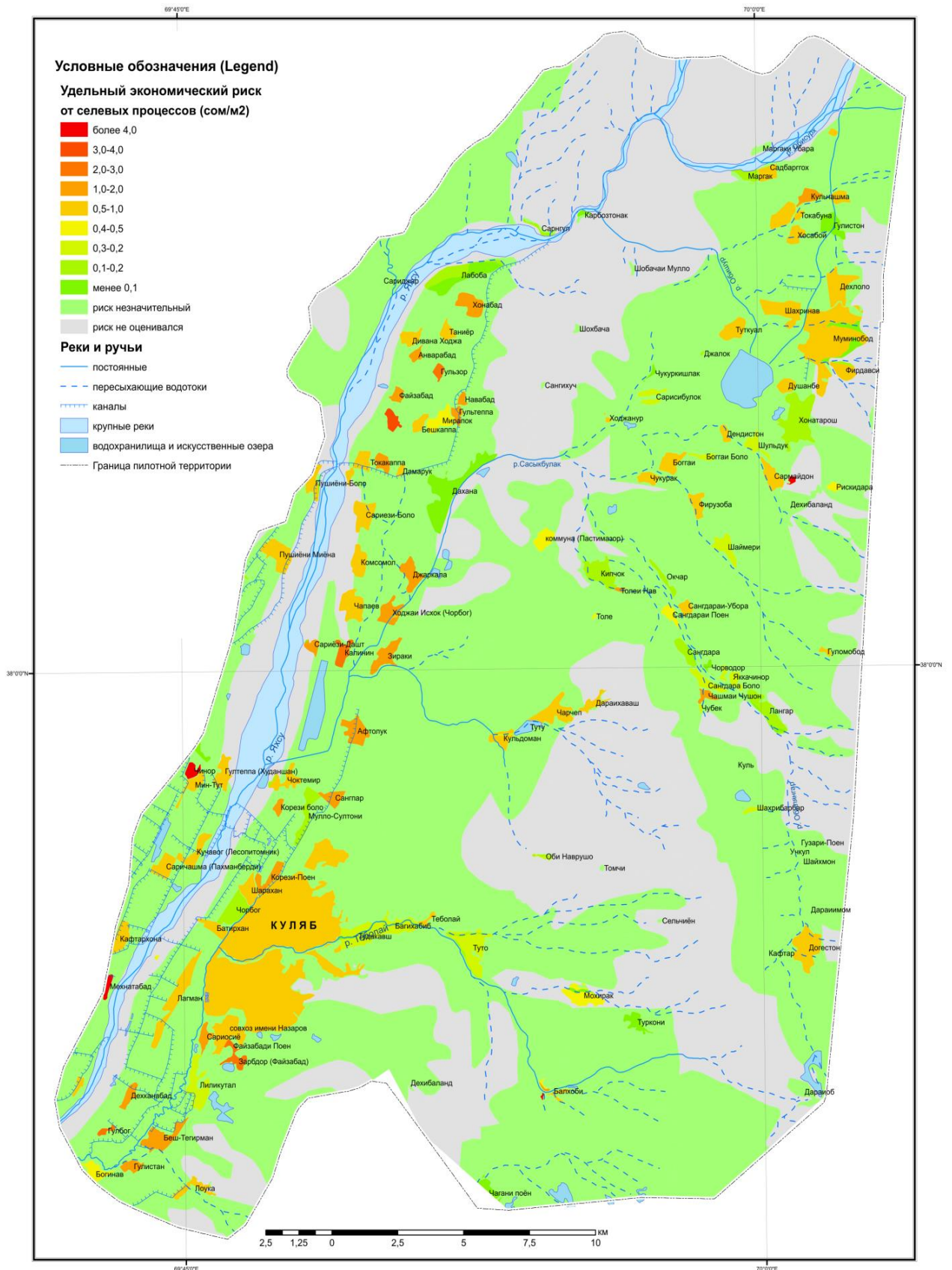
- наиболее значимыми величинами удельного экономического риска от воздействия селевых процессов характеризуются населенные пункты: Чинор (12,3 сом/м<sup>2</sup>), Балхоби (5,4 сом/м<sup>2</sup>), Мехтанабад (5,4 сом/м<sup>2</sup>), Сармайд (4,1 сом/м<sup>2</sup>);

- от 2,0 до 3,0 сом/м<sup>2</sup> величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов составляют для зданий на территории населенных пунктов: Ш. Файзалиев (Калот) (3,1 сом/м<sup>2</sup>), Гулбог (2,4 сомони/м<sup>2</sup>), Файзободи поён (2,3 сом/м<sup>2</sup>), Калинин (2,3 сом/м<sup>2</sup>), Зарбдор (Файзабад) (2,2 сом/м<sup>2</sup>), Гулзор (2,1 сом/м<sup>2</sup>);

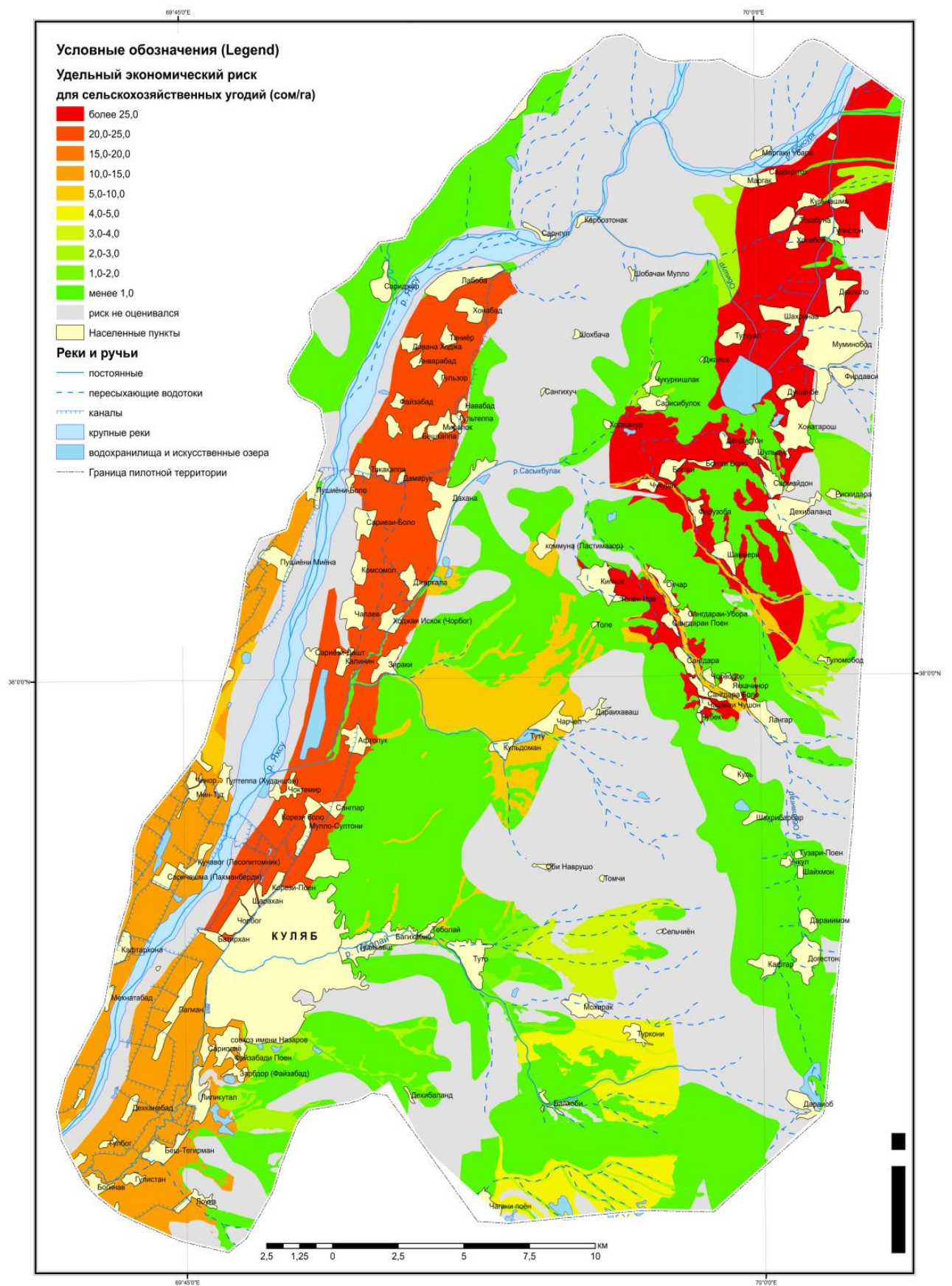
- от 1,0 до 2,0 сом/м<sup>2</sup> величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов составляют для зданий на территории 20 населенных пунктов (Анваробод, Афтолук, Бештегирман, Гулистон, Гултеппа, Дехконобод, Джаркала, Зираки, Корези-боло, Кулчашма, Навобод, Сангпар, Сариёзи-Дашт, Сариосиё, Токакаппа, Толеи Нав, Туту, Ходжаи Исхок (Чорбог), Хонабод, Чашмаи чушон);

- от 0,5 до 1,0 сом/м<sup>2</sup> величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов составляют для зданий на территории 45 населенных пунктов. Для зданий в пределах остальных населенных пунктов (111) значения удельного экономического риска от воздействия селевых процессов не превышают 0,5 сом/м<sup>2</sup>.

На представленной «Карте величин удельного экономического риска от воздействия селевых процессов на сельскохозяйственные угодья» (рис. 4.1.3.2), видно, что величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов (в годовом исчислении) колеблются от 1 до 25 сом/год и более:



**Рисунок 4.1.3.1. - Карта оценки удельного экономического риска от воздействий селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**



**Рисунок 4.1.3.2. - Карта величин удельного экономического риска от воздействия селевых процессов на сельскохозяйственные угодья Кулябской зоны (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**

- наиболее значимые величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов (до 27,8 сом. /га) получены для пашен, расположенных на территории Муминабадского района у западных подножий хр. Хазратишох;

- несколько меньшие величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов равные 24,5 сом/га характерны для сельскохозяйственных угодий в долине р. Яхсу, севернее г. Куляба (выше по течению);

- для сельскохозяйственных угодий в долине р. Яхсу южнее г. Куляба (ниже по течению) величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов оцениваются в 13,4 сом/га;

- в районе населенного пункта Туту-Кулдомон величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов для сельскохозяйственных угодий оцениваются в 9,8 сомони/га;

- величины удельного экономического риска от воздействия селевых процессов, составляющие 4-5 сом/га, характерны для сельскохозяйственных угодий, располагающихся у западных подножий хр. Кичиктирай в юго-восточной части района работ, а также в долине р. Обилянгар;

- для остальных сельскохозяйственных угодий значения удельного экономического риска от воздействия селевых процессов не превышают 4 сомони/га.

#### **4.1.4. Оценка экономического риска от склоновых процессов для населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны**

Результаты оценки экономического риска от склоновых процессов показывает, что величины экономического риска от воздействия землетрясений (в годовом исчислении) варьируются от 10 до 500 тыс. сомони и более.

- максимальные величины экономического риска от воздействия землетрясений (более 500 тыс. сомони/год) были получены для территорий населенных пунктов, располагающихся непосредственно в зонах развития



оползневых процессов: Шукурн, Шохон, Бокорон, Кухон, Ширинбулок, Шабгарди;

- несколько меньшие значения экономического риска от воздействия оползневых процессов (300-400 тыс. сомони/год) были получены для населенных пунктов: Хаитак, Узбаки, Камбари, Каратаг, Келишот, Даштибеди калон, Санджитак. Практически все указанные населенные пункты располагаются в пределах адырных территорий южного склона Гиссарского хребта;

- для 43 населенных пунктов были получены величины экономического риска от воздействия оползневых процессов, составляющие от 100 до 200 тыс. сомони/год;

- для остальных населенных пунктов величины экономического риска от воздействия оползневых процессов оцениваются менее, чем в 100 тыс. сомони/год.

Результаты оценки удельного экономического риска от воздействия склоновых процессов показывает, что величины удельного экономического риска (в годовом исчислении) колеблются от 0,05 до 10,0 сом. /м<sup>2</sup>/год и более. Наибольшие значения величины удельного экономического риска от воздействия склоновых процессов были получены для двух населенных пунктов Узбаки (~23,0 сом/м<sup>2</sup>/год) и Гулистон (~18,0 сом/м<sup>2</sup>/год). Для территории свыше 350 населенных пунктов (~18% от общего количества) величины удельного экономического риска от воздействия склоновых процессов составляют от 1,0 до 5,0 сом/м<sup>2</sup>/год. От 0,5 до 1,0 сом/м<sup>2</sup>/год величины удельного экономического риска от воздействия склоновых процессов составляют для территории 55 населенных пунктов. Для зданий в пределах остальных населенных пунктов значения удельного экономического риска от воздействия склоновых процессов не превышают 0,5 сомони. /м<sup>2</sup>/год.

#### **4.2. Оценка социального риска от воздействия опасных геологических процессов**

#### 4.2.1. Методика расчета социального риска и используемые исходные данные

Оценка риска социальных потерь населения, проживающего на рассматриваемой территории, проводилась по методике, изложенной в «Руководстве, по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан» (2011) [51].

«Значимыми величины удельного экономического риска от воздействия склоновых процессов (от 5,0 до 10,0 сом/м<sup>2</sup>/год) являются для расчета дифференцированного социального риска от оползневых и селевых процессов выполнялся по формулам:  $R_i(H)=P(H)*V_s(H)$  – индивидуальный риск погибнуть от воздействия природных процессов,  $R_s(H)=R_i(H)*D_p$  – полный социальный риск погибнуть от природных процессов» [51], [115.117].

«Индивидуальный риск погибнуть от опасности  $H(R_i(H))$  — это вероятность такого события для одного человека из группы, находящихся на оцениваемом объекте (чел./год); повторяемость опасности  $H(P(H))$  — частота случаев этой опасности (случаев/год); социальная уязвимость населения для опасности  $H(V_s(H))$  — степень уязвимости населения к этой опасности; полный социальный риск погибнуть от опасности  $H(R_s(H))$  — количество летальных исходов от этой опасности за год (чел./год);  $D_p$  — общая численность населения на оценочной территории (чел.). Социальную уязвимость населения для опасности  $H$  определяют, как сочетание пространственной ( $V_{ss}(H)$ ) и временной ( $V_{st}(H)$ ) уязвимости. Среднюю социальную уязвимость на оцениваемой территории устанавливают согласно приложению 5 в «Руководстве, по региональной оценке, риска стихийных бедствий в Республике Таджикистан» (2011)» [51, с. 39].

«Социальная уязвимость населения в пространстве при сейсмическом воздействии. Средняя экономическая уязвимость объектов на рассматриваемой территории при сейсмическом воздействии, рассчитанная выше, составляет для 7 баллов - 0,2875, а для 8 баллов - 0,425. Тогда средняя социальная уязвимость населения в пространстве при сейсмическом воздействии принимается равной»

[51, с. 39]:

для 7 баллов

$$V_{ss}(H) = 0,002875 = 2,875 * 10^{-3},$$

для 8 баллов

$$V_{ss}(H) = 0,0055 = 5,5 * 10^{-3}.$$

Социальная уязвимость населения в пространстве при воздействии селевых процессов. Средняя экономическая уязвимость объектов на рассматриваемой территории при воздействии селевых процессов, рассчитанная выше, составляет 0,6615. Тогда средняя социальная уязвимость населения в пространстве при воздействии селевых процессов принимается равной [51, с. 40].

$$V_{ss}(H) = 0,031 = 3,1 * 10^{-2}.$$

Оценив таким образом для населенных пунктов рассматриваемой территории значения основных членов формулы для оценки индивидуального и социального риска гибели людей от возможного сейсмического воздействия и воздействия селевых процессов (в случае формирования неблагоприятных природных условий), на следующей стадии работ с учетом повторяемости развития геологических опасностей были проведены вычисления с использованием средств ГИС показателей индивидуального  $R_i(H)$  и социального  $R_s(H)$  риска для населенных пунктов территории Юго-Западного Таджикистана.

#### **4.2.2. Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия землетрясений для населенных пунктов, расположенных в Кулябской зоне**

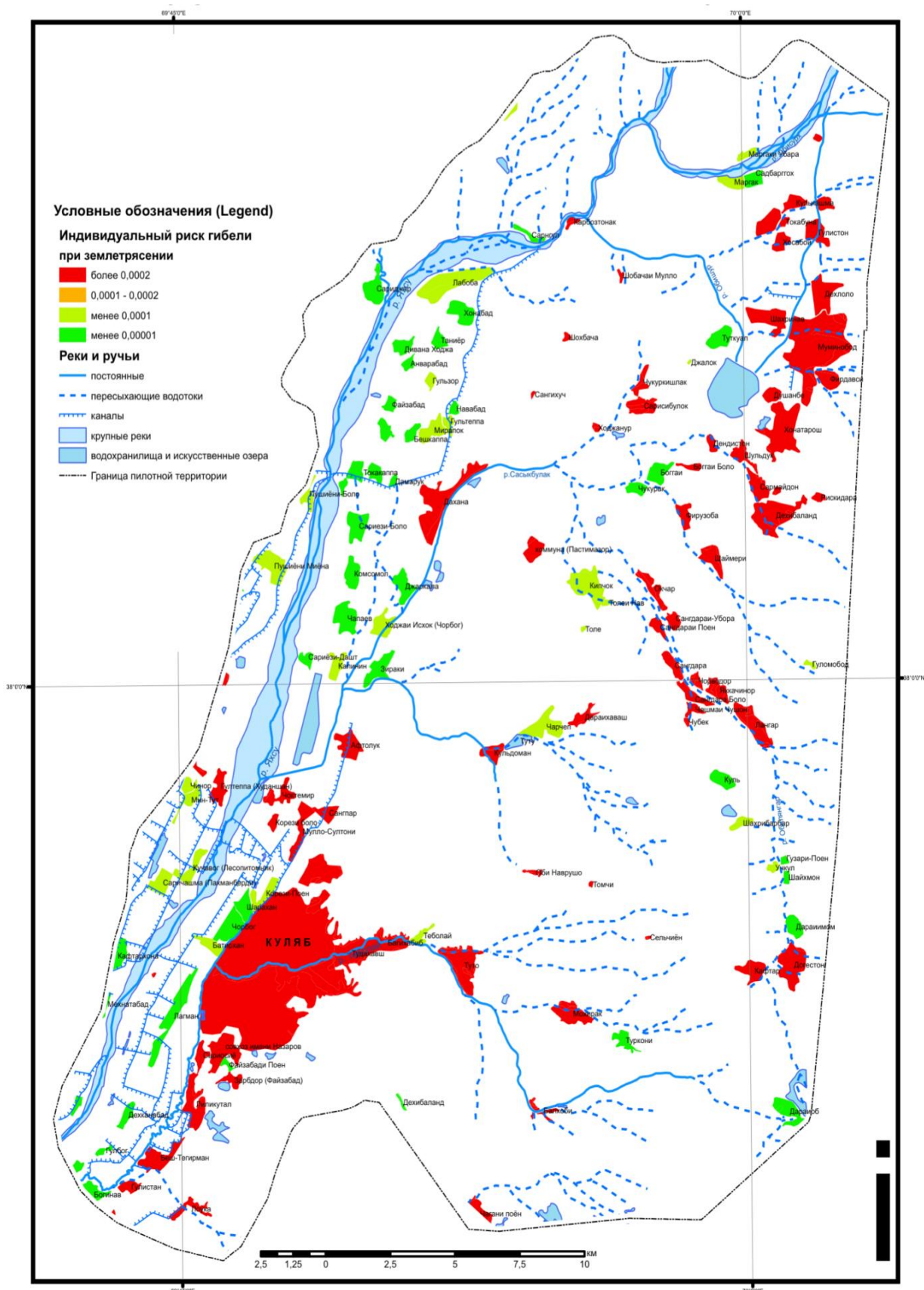
Анализ «Карты величины социального риска при землетрясении для населенных пунктов Кулябской зоны Юго-Западного Таджикистана», полученной с учетом приведенных выше вычислений, показывает, что наиболее значимые величины социального риска (вероятность гибели более 3 чел. в течение 1 года) были получены для крупных населенных пунктов в

пределах рассматриваемой территории – г. Куляба и районного центра Муминабад, что объясняется наиболее высокой концентрацией проживающего в них населения.

Несколько меньшие величины социального риска (вероятность гибели 2 чел. и более в течение 2 лет) были получены для 10 населенных пунктов (Бештегирман, Шахринав, Дехлоло, Навабад, Афтолук, Зарбдор (Файзабад), Догистон, Туто, Пахтакор).

Величины социального риска от 0,5 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и менее в течение 2 лет) до 0,1 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и более в течение 10 лет) были получены для 43 населенных пунктов (Кульчашма, Гофилобод, Тудакавш, Сариосиё, Багихабиб, Осмонбика, Лангар, Хонатарош, Чоктемур, Мохирак, Лиликатул, Кафтар, Дахана, Сангпар, Сарисибулок, Гулистон, Сармайдон-1, Корези-боло, Сармайдон, Окчар, Кулдоман, Сангдараи-убора, Дараихаваш, Чашмаи чушон, Фирдавси, Гултеппа, Пушиени-поён, Лоука, Душанбе, Фирузоба, Пистамазор, Хосабой, Шаймери, Яккачинор, Чукуркишлак, Сангдараи-боло, Мулло-Султони, Чагани-поён, Ходжанур, Кулчашмаи-боло, Шулдук, Дендистон, Сангдараи-поён).

Для остальных населенных пунктов величина социального риска от сейсмической опасности составляет менее 0,1 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и менее в течение 10 лет) (рис. 4.2.2.1).



**Рисунок 4.2.2.1.- Карта величин социального риска при землетрясении для населенных пунктов Кулябской зоны (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**

### **4.2.3. Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия землетрясений для населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны**

Величины индивидуального риска гибели от сейсмического воздействия для населенных пунктов рассматриваемой территории составляют от  $1,3 \cdot 10^{-5}$  чел./год до  $2,55 \cdot 10^{-5}$  чел./год. Результаты оценки социального риска от воздействия землетрясений, полученной с учетом показанных выше уравнений и принятых допущений, явствует, что величины значения социального риска (для отрезка времени в 1 год) являются самыми большими (более 0,1 чел./год) для 9 населенных пунктов, расположенных преимущественно в северной части рассматриваемой территории (в зоне возможных 9-балльных землетрясений) – районные центры: Шахринав (до 0,15 чел./год), Яван (до 0,12 чел./год), Гиссар (до 0,11 чел./год), населенные пункты: Чуйбодом (до 0,13 чел./год), Рохати (до 0,12 чел./год), Арбобхотун (до 0,11 чел./год), Парчасой (до 0,11 чел./год), Ильич (до 0,1 чел./год) и Туда (до 0,1 чел./год). Помимо этого, достаточно высокие значения социального риска (от 0,05 чел./год до 0,1 чел./год) от возможного сейсмического воздействия были получены для порядка 100 населенных пунктов, что составляет ~5% от их общего числа. Наибольшее их количество также располагается в северной части рассматриваемой территории.

Для 36% населенных пунктов от их общего числа значения индивидуального риска составляют от 0,01 чел./год до 0,05 чел./год. Для остальных населенных пунктов величина индивидуального риска от сейсмической опасности составляет менее 0,01 чел./год.

### **4.2.4. Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны**

Результаты оценки индивидуального и социального риска от воздействия селевых процессов показаны на «Карте величин индивидуального риска гибели от воздействия селевых процессов» (рис.4.2.4.1) и «Карте величин социального

риска от воздействия селевых процессов» соответственно (рис. 4.2.4.2). На представленной «Карте величин индивидуального риска гибели от воздействия селевых процессов» (рис. 4.2.4.1), полученной с учетом приведенных выше вычислений, видно, что величины индивидуального риска (для отрезка времени в 1 год) для рассматриваемого района колеблются от более  $5 \cdot 10^{-4}$  чел./год до  $1 \cdot 10^{-5}$  чел./год.

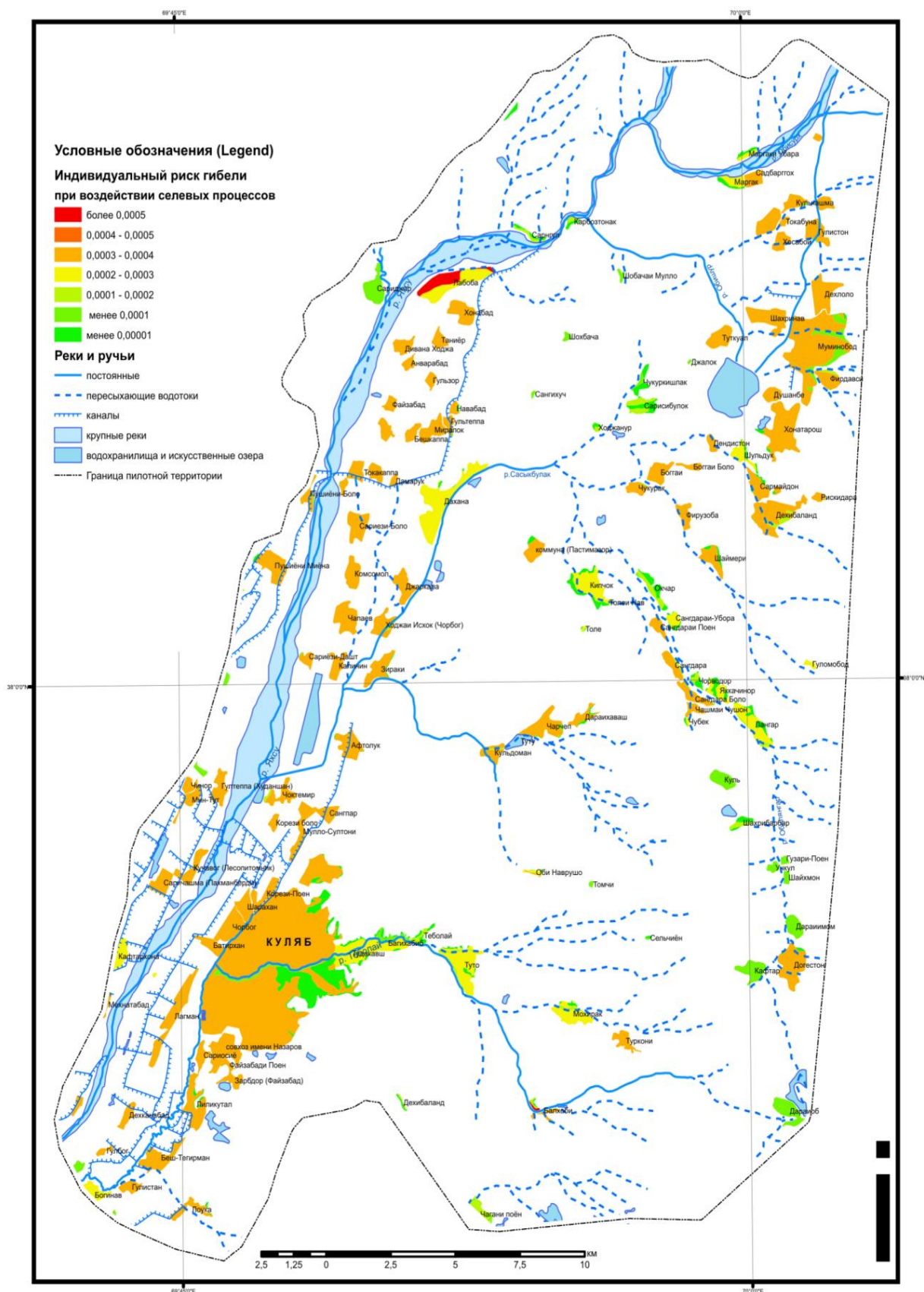
Наибольшие значения индивидуального риска гибели от селевых процессов зарегистрированы в населенных пунктах Лабоба (0,000540 чел./год) и Балхоби (0,000512 чел./год), что связано с особенностями их расположения (на крутых изгибах активных селеопасных русел рек Яхсу и Тебалай).

Анализ «Карты величин социального риска при воздействии селевых процессов» (рис. 4.2.4.2), показывает, что наиболее значимые величины социального риска (вероятность гибели более 4 чел. в течение 1 года) были получены для крупных населенных пунктов в пределах рассматриваемой территории:

- город Куляб, районный центр Муминабад, что объясняется наиболее высокой концентрацией населения, проживающего в чрезвычайно опасной зоне воздействия камне-селевых потоков;

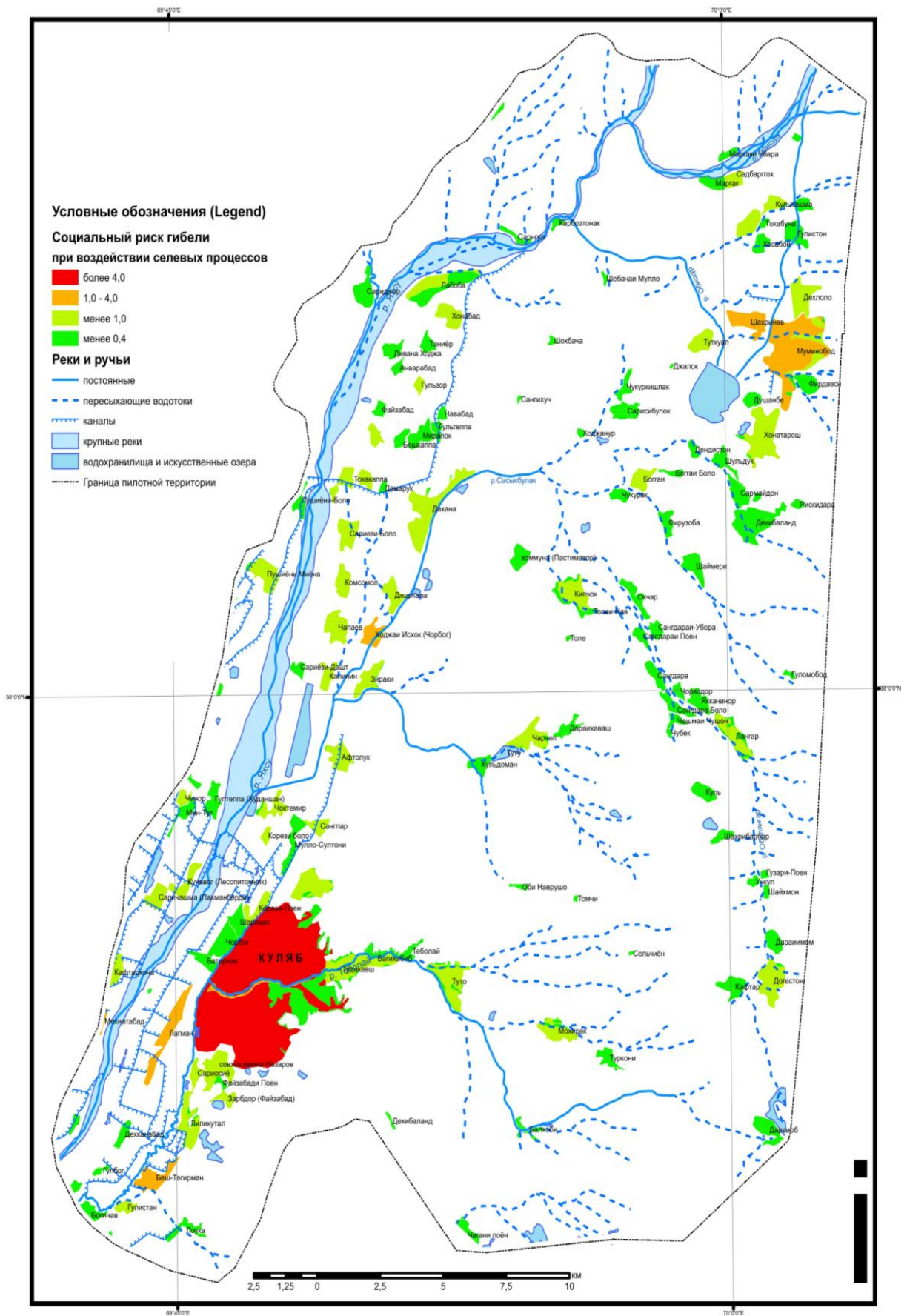
- значительно меньше допустимого величины социального риска (вероятность гибели 1 чел. и более в течение 1 года) были получены для 5 населенных пунктов: Ходжаисхок (Чорбог), Мехнатобод, Лагмон, Бештегирман, Шахринав;

- величины социального риска, составляющие от 0,9 чел./год до 0,5 чел./год (вероятность гибели 1-2 чел. в течение 2 лет), были получены для 26 населенных пунктов: Дехлоло, Ш. Файзалиев (Калот), Зирази, Джаркала, Афтолуки, Хонабод, Зарбдор (Файзабад), Саричашма, Назаров, Догистон, Лабоба, Корези-поён, Гофилобод, Калинин, Кульчашма, Сарисиё, Пушиёни миёна, Чапаев, Туто, Гулзор, Токакаппа, Чорчеп, Хонатарош, Тудакавш, Чоктемур;



**Рисунок 4.2.4.1. - Карта величин индивидуального риска гибели от воздействия селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**





**Рисунок 4.2.4.2. - Карта величин социального риска от воздействия селевых процессов для населенных пунктов Кулябской зоны (Саидов М.С., Шарифзода М.И.)**

- величины социального риска от 0,5 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и менее в течение 2 лет) до 0,1 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и более в течение 10 лет) были получены для 69 населенных пунктов, что составляет значительную долю от всего количества населенных пунктов на рассматриваемой территории. Исходя из этого, величину социального риска от 0,5 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и менее в течение 2 лет) до 0,1 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и более в течение 10 лет) следует рассматривать в качестве средней величины для района работ;

- для остальных населенных пунктов величина социального риска от селевой опасности составляет менее 0,1 чел./год (вероятность гибели 1 чел. и менее в течение 10 лет).

#### **4.2.5. Анализ результатов оценки индивидуального и социального риска от воздействия склоновых процессов населенных пунктов Вахш-Кафирниганской зоны**

Величина индивидуального риска гибели от воздействия склоновых процессов для населенных пунктов рассматриваемой территории составляет  $2,06 \cdot 10^{-2}$  чел./год. Результаты оценки социального риска от воздействия склоновых процессов показало, что величины социального риска (для отрезка времени в 1 год) являются самыми большими (более 0,5 чел./год) для 10 населенных пунктов: Бакорон (до 0,9 чел./год), Ширинбулок (0,8 чел./год), Шохон (более 0,7 чел./год), Шабгарди (0,7 чел./год), Кухон (до 0,7 чел./год), Даштибеди калон (более 0,6 чел./год), Камбари (более 0,6 чел./год), Узбаки (до 0,6 чел./год), Келитош (более 0,5 чел./год) и Каратаг (до 0,5 чел./год). Практически все указанные населенные пункты располагаются в пределах адырных территорий южного макросклона Гиссарского хребта.

Помимо этого, достаточно высокие значения социального риска (от 0,1 до 0,5 чел./год) от возможного воздействия склоновых процессов были получены для 66 населенных пунктов, что составляет более 3% от их общего числа.

Большинство из названных населенных пунктов располагается в пределах адырного обрамления Гиссарской долины.

Для ~10% населенных пунктов от их общего числа значения социального риска составляют от 0,05 чел./год до 0,1 чел./год.

Для ~43% населенных пунктов от их общего числа значения социального риска составляют от 0,05 чел./год до 0,01 чел./год.

Для остальных населенных пунктов величина индивидуального риска от сейсмической опасности составляет менее 0,01 чел./год.

#### **Выводы по четвёртой главе:**

1. В ходе исследования ОРСБ были охарактеризованы природные условия Юго-Западного Таджикистана и определены характеристики объектов, подверженных риску. Для данной территории выявлены следующие природные опасности, требующие оценки риска: сейсмическое воздействие и склоновые процессы [4-А, 6-А, 8-А]

2. Наибольшие экономические риски от землетрясений отмечены для крупных населённых пунктов. Существенные риски от склоновых процессов характерны для приадырных зон, где преимущественно проживает сельское население. При дальнейшем анализе рисков возможна корректировка перечня населённых пунктов с наибольшими экономическими рисками [4-А, 6-А, 8-А, 9-А]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследование подтверждает и развивает концепцию комплексной оценки риска опасных геологических процессов и природопользования на национальном, региональном и локальном уровнях [7-А]

2. На национальном уровне выявлена необходимость учитывать современную динамику природных опасностей и региональные природно-социально-экономические условия, поскольку устаревшие нормативные критерии не отражают реальный уровень риска.

3. На региональном уровне ключевыми показателями риска являются классы опасных геоморфологических процессов, определяющие морфодинамическую зональность рельефа и дифференцированное развитие природных опасностей [5-А].

4. На локальном уровне выявлена роль склоновых процессов как факторов катастрофических событий и напряжённо-деформированного состояния склонов, что позволяет обосновывать альтернативные варианты природопользования в зонах повышенного риска [9-А, 4-А, 6-А].

5. Анализ функционального использования земель и природных рисков показал высокий уровень уязвимости территории, где сельскохозяйственные земли занимают более 49% площади, а около 40% чрезвычайных ситуаций связано с селевыми и оползневыми процессами. Сейсмическая активность зоны и тектонические нарушения могут усиливать локальные воздействия до 8 баллов.

6. Практическая значимость работы заключается в использовании результатов для зонирования территорий по уровню геологического риска, разработки схем территориального планирования и прогнозирования природных рисков с учётом метеоклиматических факторов, формирующих до 73% чрезвычайных ситуаций [9-А, 10-А, 11-А].

## Рекомендации

### 1. Методические рекомендации

1.1. Использовать разработанную многоуровневую концептуально-методическую схему оценки риска опасных геологических процессов для интегрированного анализа на национальном, региональном и локальном уровнях. Это позволит:

- уточнить границы зон различной степени риска;
- обеспечить сопоставимость результатов оценки между районами;
- учитывать иерархию факторов опасности и уязвимости при планировании

мероприятий по снижению риска.

1.2. Применять систему количественных и качественных критериев оценки и картографирования риска, включающую:

- пространственное распределение природных и техногенных процессов;
- социально-экономические факторы уязвимости населения и объектов инфраструктуры;
- динамическое моделирование вероятных сценариев развития опасных явлений.

1.3. Внедрять ГИС-технологии (ArcGIS, Google Earth Pro) для:

- создания актуальной картографической базы данных;
- анализа совокупного влияния природных и техногенных процессов;
- визуализации экономического и социального риска на территории Юго-Западного Таджикистана.

### 2. Практические рекомендации для территориального планирования

2.1. Для районов с высокой концентрацией интегрального риска (Вахш-Кафирниганская и Кулябская зоны) предусматривать:

- меры по укреплению инженерной инфраструктуры (берегоукрепительные, противооползневые, противоселевые сооружения);

- ограничение застройки в наиболее опасных зонах;
- адаптивное размещение новых объектов социального и хозяйственного назначения с учётом карт экономического и социального риска.

2.2. Разрабатывать и внедрять локальные программы по снижению социального риска, включая:

- информирование и обучение населения по действиям при ЧС;
- создание систем оповещения и эвакуации;
- социальное страхование и поддержка уязвимых категорий населения.

2.3. Использовать результаты картирования и оценки риска для планирования перспективного социально-экономического развития:

- определять приоритетные зоны для инвестиций;
- разрабатывать стратегии устойчивого использования природных ресурсов;
- интегрировать меры по снижению риска в проекты инфраструктурного развития.

### **3. Рекомендации по управлению природно-техногенными рисками**

3.1. Организовать мониторинг и регулярное обновление информации о природных и техногенных угрозах с использованием дистанционного зондирования Земли и полевых наблюдений.

3.2. Внедрить модели динамической устойчивости для оценки воздействия различных сценариев опасных явлений на социально-экономические системы региона.

3.3. Разработать комплекс мероприятий по управлению рисками, включая:

- превентивные инженерно-технические меры;
- меры по снижению уязвимости населения и объектов инфраструктуры;
- планирование быстрого реагирования и восстановления после ЧС.

### **4. Рекомендации для дальнейших исследований**

4.1. Расширить картографическую базу данных на другие регионы Таджикистана с аналогичными природно-техногенными рисками для интеграции национальной системы оценки риска.

4.2. Исследовать долгосрочное влияние изменения климата на интенсивность и частоту природных и техногенных процессов в регионе.

4.3. Разработать методы оценки мультиугрожающих сценариев (например, сочетание наводнений, селевых потоков и оползней) для более комплексного прогнозирования экономического и социального риска.

Ниже приведена таблица, которая показывает связь между риском, методикой оценки и конкретными мероприятиями.

**Таблица 6. - рекомендаций по снижению природно-техногенных рисков Юго-Западного Таджикистана**

<b>№</b>	<b>Тип риска / Опасность</b>	<b>Метод оценки</b>	<b>Социально- экономическое воздействие</b>	<b>Рекомендации / Меры по снижению риска</b>
1	Землетрясения	ГИС-картирование, расчёт социального и экономического риска, моделирование динамики уязвимости	Разрушение зданий, потери населения, экономический ущерб	- Усиление строительных норм и стандартов - Планирование эвакуационных маршрутов - Обучение населения действиям при ЧС
2	Наводнения	Анализ гидрогеологических данных, картирование зон затопления, экономическая оценка потерь	Разрушение инфраструктуры, ущерб сельскому хозяйству, временная утрата жилья	- Создание дамб и водоотводящих каналов - Зонирование территории с ограничением застройки - Системы раннего предупреждения
3	Селевые потоки	Геоморфологический анализ склонов, моделирование вероятности схода селей	Разрушение домов, транспортных путей, угроза жизни населения	- Строительство противоселевых дамб - Локальные инженерно-защитные мероприятия - Информационное обеспечение населения
4	Склоновые оползни	GIS-анализ, оценка физической и социально-культурной уязвимости, динамическое моделирование	Потери жилья, инфраструктуры, экономические убытки	- Укрепление склонов - Ограничение строительства в опасных зонах - Постоянный мониторинг склонов и предупреждение населения
5	Карстовые и эрозионные процессы	Геологическое картирование, оценка зон риска, экономическая и социальная оценка	Повреждение дорог и коммуникаций, угрозы для сельхозугодий	- Контроль за застройкой на карстовых и эрозионных зонах - Мероприятия по укреплению почв и предотвращению эрозии
Продолжение таблицы 6.				



6	Комплексные мультиугрожающие сценарии	Моделирование сочетанных явлений (наводнения + оползни + селевые потоки), интегральный риск	Усиление совокупного ущерба, высокая социальная уязвимость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработка комплексных планов реагирования</li> <li>- Интеграция карт экономического и социального риска</li> <li>- Превентивное стратегическое планирование развития региона</li> </ul>
---	---	--	--	---

## ЛИТЕРАТУРА

### опубликованная

1. Атлас Таджикской ССР [Текст]. - М.: ГУГК, 1968. - 199 с.
2. Атлас карт природных опасностей высокогорья Памиро-Алая Республики Таджикистан [Текст, карта] / Саидов М.С, Шомахмадов А.М., Хусейнов Э., Мелешко А.В., Молдобеков Б.Д., Жантаев М.М., Абдрахманова Г.А., Абдыбачаев У.А. - Б.: ЦАИИЗ, 2010. - 87 с.
3. Атлас региональных карт природных опасностей высокогорья Памиро-Алая Кыргызской Республики и Республики Таджикистан [Текст, карта] / Молдобеков Б.Д. Мелешко А.В., Жантаев М.М., Абдрахманова Г.А., Абдыбачаев У.А., Саидов М.С., Шомахмадов А.М., Хусейнов Э. - Б.: ЦАИИЗ, 2010. - 68 с.
4. Бабаев А.М. Новейший тектогенез зоны сочленения Гиссаро-Алая и Таджикской депрессии (Район Файзабада). – Душанбе: Дониш, 1975. – 152 с.
5. Бабаев А.М. Важнейшие сейсмогенные разломы Таджикистана // Сейсмоструктура некоторых районов юга СССР. - М.: Наука, 1976. - С. 91-105.
6. Бабаев А.М., Мирзоев К.М. Сейсмогенные зоны Таджикистана // Сейсмоструктура некоторых районов юга СССР. - М.: Наука, 1976. - С. 110-118.
7. Бабаев А.М., Ищук А.Р., Негматуллаев С.Х. Сейсмические условия территории Таджикистана. Издание ТГУ. Душанбе. 2005. – 92 с.
8. Бурачек А.Р. Геоморфология Южно-Таджикской депрессии // Тр. АН СССР. ТКЭ (1932). -Л., 1934. -Вып. 4: Геология Центрального и Южного Таджикистана. - С. 61-100.
9. Васильев В.А. Стратиграфия четвертичных отложений Таджикистана // Новейший этап геологического развития Таджикистана. – Душанбе: Полиграфкомбинат, 1962. - С. 1-17.
10. Винниченко С.М. Оползни бассейна р. Зеравшан // [Текст]/ Матер. совещания. Душанбе. С.М. Винниченко. Дониш. 1970. - С.192-194.

11. Виниченко С.М. Палеосейсмодислокации свидетельства древних сильных землетрясений Верхнего Вахша. [Текст]/ С.М. Виниченко // Д., АН Тадж. ССР. -1977. Том XX, № 7. – С.46-49.
12. Виниченко С.М. Серия специализированных инженерно-геологических карт как основа для организации материала ЭГП. // Матер. совещания. – [Текст]/ С.М. Виниченко Ташкент. 1986. – С.89-94.
13. Виниченко С.М. Зависимость формирования сейсмогенных оползневых зон от глубинных структур и ее инженерно-геологическое значение. [Текст]/ С.М. Виниченко, В.С. Федоренко - Инж. геол. 1987. - № 1. – С.11-22.
14. Геология СССР. Том XXIV. Таджикская ССР. Часть I Геологическое описание. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1959. - 736 с.
15. Геология и нефтегазоносность севера Афганистана / В.И. Браташ, С.В. Егупов, В.В. Печников [и др.] // Труды ВНИГНИ. – М: Изд-во «Недра», 1970. - 288 с.
16. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения. – М., 2002 – 15 с.
17. ГОСТ Р ИСО 31000 - Менеджмент риска. Принципы и руководство. Москва Стандартинформ 2020. – 13 с.
18. ГОСТ Р 51897-2011 - Менеджмент риска. Термины и определения. Москва Стандартинформ 2012. – 11 с.
19. Губин И.Е. Геологическая граница между Памиром и Алаем. - М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1940. - 46 с.
20. Губин И.Е. О некоторых вопросах сейсмического районирования // Тр. АН СССР. Геофиз. ин-т. – 1954. - № 25 (152): Проблемы прогноза землетрясений. - С. 36-73.
21. Захаров С.А. Тектоническое районирование и структурная схема Таджикской депрессии // Тр. АН Тадж. ССР. ин-т геол. - 1962. – Т.5: Геология. - С. 4-72.
22. Захаров С.А. Спорные вопросы тектогенеза на примере тектоники

- Таджикской депрессии // Геотектоника. - 1967. - №3. - С. 55-62.
23. Захаров С.А. О характерных чертах неотектоники Таджикской депрессии // Новейшая тектоника и сейсмоструктура Таджикистана. - Душанбе: Дониш, 1969. - С.3-19.
24. Захаров С.А. Развитие тектонических представлений в Таджикистане и гипотеза зонного тектогенеза. - Душанбе: Дониш, 1970. - 308 с.
25. Земельный фонд Таджикистана. Изд-во ГКЗУГРТ. 2020. – С. 3-4.
26. Золотарев Г.С. Оползни и обвалы на горных склонах // Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. [Текст] / Г.С. Золотарев М. Изд-во МГУ, 1968. – вып.2, - С.184-202.
27. Золотарев Г.С. Основные закономерности развития обвалов и оползней в горно-складчатых областях, методы их изучения и прогноза [Текст]: Вест. МГУ. Сер. Геология / Г.С., Золотарев, В.С. Федоренко, Н.Л. Шешеня. – 1969. - № 3. – С.3-15.
28. Золотарев Г.С., Э.В. Калинин, В.С. Федоренко, Н.Л. Шешеня. Инженерно-геологическое изучение обвалов и других гравитационных явлений на горных склонах [Текст] / Г.С. Золотарев, Э.В. Калинин, В.С. Федоренко, Н.Л. Шешеня. М.: Изд-во МГУ, 1969. - 139с.
29. Золотарев Г.С. Геологические закономерности развития оползней и обвалов – основа теории их изучения и прогноза. [Текст]: Вест. МГУ. Сер. Геология. Г.С. Золотарев. – 1974. - № 4. – С. 3-25.
30. Золотарев Г.С. Современные задачи инженерно-геологического изучения оползней, обвалов и селевых потоков в горно-складчатых областях [Текст] / «Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков» Г.С. Золотарев. – М.: Изд-во МГУ, 1976, вып. 1. - С. 5-34.
31. Золотарев Г.С. Методика инженерно-геологических исследований высоких обвальных и оползневых склонов. [Текст] / Г.С. Золотарев, М. Янич. – М., Изд-во МГУ, 1980. – 183с.
32. Ищук Н.Р., Ищук А.Р., Саидов М.С. Результаты использования космических снимков и ГИС при картировании оползней Таджикистана / Наука

и инновация (научный журнал). Серия естественных наук. Душанбе: Сино. №2. 2017. - С.92-100.

33. Карта общего сейсмического районирования и сейсмической опасности территории Таджикистана А.М. Бабаев, Г.В. Кошлаков, К.М. Мирзоев. Масштаб 1:5000000. 1978 – 1 лист.

34. Карта сейсмической опасности 2004, под ред. С.Х. Негматуллаева. – 1 лист.

35. Кожевников А.В. Неотектоника и эволюция горных склонов в связи с оценкой их устойчивости [Текст]: Сб. Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков. А.В. Кожевников. - М., Изд-во МГУ, 1976. вып.2. – С.57-67.

36. Кожевников А.В. Влияние неотектоники и климата на формирование горных склонов [Текст] / Склоновые процессы. – А.В. Кожевников. – М., 1978. – Вып.3. – С. 5-28.

37. Костенко Н.П. Местная стратиграфическая схема четвертичных отложений Таджикской депрессии. Тезисы докладов к совещанию по унификации стратиграфических схем Средней Азии. М., 1958б. - С. 74-89.

38. Костенко Н.П. Развитие рельефа горных стран (На примере Средней Азии). - М.: Мысль, 1970. - 367 с.

39. Костенко Н.П. Развитие складчатых и разрывных деформаций в орогенном рельефе. М., Недра, 1972. – 320 с.

40. Кухтиков М.М. Тектоническая зональность и важнейшие закономерности строения и развития Гиссаро-Алая в палеозое. – Душанбе: Дониш, 1969. - 229 с.

41. Кухтиков М.М. Основные черты альпийской тектоники Гиссаро-Алая (Южный Тянь-Шань) // Закономерности тектонической структуры Средней Азии. Душанбе, Дониш, 1981а. - С. 8-9.

42. Кухтиков М.М. Основные черты альпийской тектоники Гиссаро-Алая (Южный Тянь-Шань) // Бюлл. МОИП, Отд. геол., т.58, вып.4, 1983. - С. 3-15.

43. Назирова Д.Э., Давлатов Ф.С., Саидов С.М., Расулов Н.М. Результаты детальнейших инженерно-геологических исследований оползневого участка Зидди

- Республики Таджикистан. Наука и инновация (научный журнал). Серия естественных наук. №1 (5). Душанбе: Сино, 2015. – С.167-170.
44. Национальной стратегией Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 гг.», утвержденной постановлением Правительства Республики Таджикистан от 29 декабря 2018 г. №602. – 30 с.
45. Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. Объяснительная записка к карте новейшая тектоника Таджикистана масштаба 1:500 000 под общей редакцией С.С. Шульц. Изд-во «Недра» Москва. 1971. – 75 с.
46. Объяснительная записка к геологической карте СССР. Масштаб 1:200 000, серия Южно-Таджикская, J-42-XXIII. Изд-во «Недра». М., 1964. – 53 с.
47. Объяснительная записка к геологической карте СССР, масштаб 1:200 000, серия Южно-Таджикская, лист J-42-XXII- XXVIII. Изд-во «Недра». М., 1967. – 51 с.
48. Преснухин В.И. К методике регионального инженерно-геологического прогнозирования оползневых явлений на примере Таджикистана. [Текст]: Гидрогеология и инженерная геология Таджикистана. В.И. Преснухин – Душанбе, Дониш. 1971. – С.87-93
49. Преснухин В.И. Оползни Таджикистана. [Текст] / В.И. Преснухин - Душанбе: Дониш, 1976. - 158 с.
50. Преснухин В.И. Инженерно-геологические параметры горных пород Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1989. – 312 с.
51. Руководство, по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан. / Зеркал О.В., Шомахмадов А.М., Хусейнов Э., Саидов М.С., Ищук Н.Р. Программа Развития ООН Душанбе, 2011. - 57 с.
52. Расулов Н.М., Саидов С.М., Сангинов Р.А. Опасные геологические процессы бассейна р. Зеравшан Республики Таджикистан. Наука и инновация (научный журнал). Серия естественных наук. Материалы международной

научно-практической конференции «Климатические изменения и гидроресурсы Средней Азии». №1. Душанбе: Сино, 2017. – С.114-121.

53. Рейман В.М., Бабаев А.М., Винниченко Г.П. Сейсмотектоника и поперечные структуры Центрального и Юго-Западного Таджикистана // Неотектоника и сейсмотектоника Таджикистана. - Душанбе: Дониш, 1969 - С. 97-114.

54. Саидов М.С., Пильгуй Ю.Н., Комилов О.К., Давлятшоева Л.В., Шакиржанова Г.Н. / Наводнение в Хамадони: причины, последствия и прогноз. Исследование природной среды космическими средствами. Душанбе: спец. вып. Душанбе: 2006. 38 с.

55. Саидов С.М. Инженерно-геологическая оценка и прогноз опасных геологических процессов трансграничной территории Республики Таджикистан и республики Афганистан (Нижний Пяндж). Диссертация на соискание ученой степени к.г.-м.н. - Душанбе, 2020. 234 с.

56. Саидзода С.М. Инженерно-геологическая оценка и прогноз опасных геологических процессов трансграничной территории Республики Таджикистан и Республики Афганистан (Нижний Пяндж). Монография. Душанбе: Дониш, 2022. - 198 с.

57. Саидзода С.М., Саидов М.С. Методологии создания карт природных опасностей на примере трансграничной территории Республики Таджикистан и Исламской Республики Афганистан / Вестник Филиала МГУ им. М.В. Ломоносова. Том 1. №3 (37). Душанбе: 2024. – С. 134-145.

58. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 384 с.

59. Сквалецкий Е.Н. Оползневые явления в районах ирригационных строительства Таджикистана. Сб. «Гидрогеология и инженерная-геология аридной зоны СССР». Изд-во: «Дониш». Душанбе. 1968. – С. 23-29.

60. Солоненко В.П. О современной оценке степени сейсмической опасности. [Текст]: Проблемы инженерной геологии. / В.П. Солоненко. – М., Изд-во МГУ, 1970. – С.267-269.

61. Солоненко В.П. Палеосейсмогеологический метод. [Текст]: Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана / В.П. Солоненко. – ДАН Тадж. ССР. – 1970. – С.82-93.
62. Сейсмическое районирование СССР [Текст]: под ред. проф. Медведева С.В. Изд-во «Наука», 1968. - 476с.
63. Строительные нормы и правила Республики Таджикистан «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования» [МКС ЧТ 22-07-2007]. Агентство по строительству и архитектуре при Правительстве \республики Таджикистан. – Душанбе: ООО «Хирад», 2010. - 41 с.
64. Терцаги К. Инженерная геология. Л.-М., ОНТИ. 1935. - 452 с
65. Терцаги К. Механизм оползней. Сб.: «Проблемы инженерной геологии», вып. 1-й, М. Изд-во иностр. лит., 1958. - 310 с.
66. Трофимов А.К. Основные этапы развития гор Средней Азии // Закономерности геологического развития Тянь-Шаня в кайнозойе. - Фрунзе: Илим, 1973. - С.98-115.
67. Трифионов В.Г. Позднечетвертичный тектогенез. - М.: Наука, 1983. - 224 с.
68. Физическая карта Республики Таджикистан. Масштаб 1:350 000. ГКЗУГ РТ, «Картографическая фабрика», 2011. - 1 лист.
69. Федоренко В.С. Основные закономерности формирования и типы оползней в долинах рек бассейна р. Зеравшан [Текст]: Геологические закономерности развития селевых потоков. В.С. Федоренко. – М., Изд. МГУ, 1976. – вып.2. – С.26-28.
70. Федоренко В.С. Влияние режима обводнения и землетрясений на устойчивость горных оползневых склонов. [Текст]: Вопросы инженерной геологии и грунтов / В.С. Федоренко, С.Н. Емельянов, В.И. Липилин, Х. Мирзобаев А.В., Шварц. – М., Изд-во МГУ. 1978. – вып.4. – С.81-93.
71. Федоренко В.С. Сейсмогенно-оползневое развитие горных склонов и вопросы инженерно-геологического изучения. [Текст]: Вопросы инженерной геологии и грунтоведения В.С. Федоренко – М., Изд-во МГУ. 1983. – вып.5. – С.222-234.



72. Федоренко В.С. Сейсмодислокации и их обвальнo-оползневая эволюция (на примере бас. р. Зеравшан). [Текст]: Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. В.С. Федоренко, В.И. Липилин, Н.Н. Нилов. – М., Изд-во МГУ. 1983. – вып.5. - С.235-248.
73. Чедия О.К., Трофимов А.К. Особенности новейшего развития структурных форм Таджикистана // Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. - Душанбе: Полиграфкомбинат, 1962. - С. 215-251.
74. Чедия О.К. История геологического развития Таджикистана в кайнозое// Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. Душанбе, 1962. - С. 283-309.
75. Чедия О.К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горообразования. Фрунзе: Илим, 1971. - Кн.1: Континентальные кайнозойские накопления и геоморфология. - 331 с.
76. Чедия О.К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горообразования. - Фрунзе: Илим, 1972. - Кн.2: Новейшая тектоника и палеогеография. - 225 с.
77. Чедия О.К. Основные закономерности новейшего развития гор Средней Азии // Закономерности геологического развития Тянь-Шаня в кайнозое. Фрунзе, Илим, 1973. – С. 3-25.
78. Эйхер и Бруэр. Математические методы выделение районов. 2001. [studme.org/62043/geografiya/matematicheskie](http://studme.org/62043/geografiya/matematicheskie)].
79. Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. International Strategy for Disaster Reduction. - United Nations, Geneva, 2002, 382 pp.

#### **Фондовая**

80. Архив Управления защиты населения и территории (полковник Азизбеков Ш.) Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан. (1997-2008). Фонды КЧС и ГО РТ. 2008. – С. 56-62 с.
81. Бронштейн Т. Я. Результаты структурно-картировочного бурения на площади Кызылтумшук в 1951-52 гг. Фонды УГ Тадж. ССР. 1952. – С. 47-50.

82. Богданович Д. М. Отчет об исследовании месторождений стройматериалов по трассе дороги Душанбе-Куляб. Фонды ТГУ. 1931. – С. 17-18.
83. Винниченко С. М., А.А. Ачилов, В.А. Коровин и др. Инженерно-геологические исследования для обоснования схемы инженерной защиты от оползней, обвалов и селей территории Кулябской области /С.М. Винниченко, А.А. Ачилов, В.А. Коровин и др. // Фондах УГ. –1978-1981. -Том 1. -325 с.
84. Винниченко С.М. и др. О результатах инженерно-геологических исследований для составления специализированной инженерно-геологической карты масштаба 1:100000 к обоснованию схемы инженерной защиты территории Вахш-Кафирниганской зоны за 1984-1987 гг. [Текст]/ С.М. Винниченко. - Душанбе, 1987. // Фонды «Таджикгеология». –177 с.
85. Изучение по предотвращению стихийных бедствий на реке Пяндж (на русском и английском языках) ЖСА, МЧС и ГО РТ. // Фонды КЧС и ГО РТ. 2006. – 200 с.
86. Ишук А.Р., Ишук Н.Р., Саидов М.С. Карта оползневой пораженности Юго-Западного Таджикистана. Душанбе. Фонды ПУРБ ПРООН в Таджикистане. Душанбе, 2016. - 1 л.
87. Крат В.Н. Геотермальные условия Юго-Западного Таджикистана: диссертация на соискание уч. ст. к.г.-м. н. 25.00.27 / В.Н. Крат. Фонды УГ Тадж. ССР. 1973. – С. 78-90.
88. Лим В.В., Колесник Н.И., Одинаев С. Результаты комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 листов U - 42XXII-XXVIII. Фонды УГ Тадж. ССР, 1979. - 295 с.
89. Лим В.В., Колесник Н.И., Одинаев С. Результаты комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 листов U - 42XXI-XXVII. Фонды УГ Тадж. ССР, 1978. - 280 с.
90. Отчета об обзоре восстановления после ЧС в Таджикистане. – UNDP. 2011. – 47 с.

91. Оценка риска бедствий в Таджикистане: Методическая структура. Программа по управлению риском бедствий (ПУРБ). ПРООН в Таджикистане. Душанбе, 2017. - 72 с.
92. Преснухин В.И. Закономерности распространения и развития экзогенных геодинамических процессов на территории Таджикистана [Текст] / В.И. Преснухин, Г.О. Петросян. - Душанбе, 1970. - Деп. в Ин-те геол. АН РТ. - С. 245-256.
93. Реконструкция автомобильной дороги Душанбе-Куляб. Фонды МТКРТ, Душанбе. 2010. - 68 с.
94. Саидов С.М. Инженерно-геологическая оценка и прогноз опасных геологических процессов трансграничной территории Республики Таджикистан и Республики Афганистан (Нижний Пяндж): - Дис. кан. геол.-мин. наук: 25.00.08. – Душанбе, 2020. – 234 с.
95. Саидов М.С., Давлятшоева Л.В. и др. Региональная оценка риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан (на основе использования методов дистанционного зондирования Земли из космоса)» [Текст] / М.С. Саидов [и др.]. Душанбе: Деп. НИЦ ГКЗУГ РТ, 2018. – 468 с.
96. Саидов М.С. Прогнозирование и управление наводнениями и селевыми потоками на территории Таджикистана на основе использования дистанционных методов зондирования Земли из космоса / М.С. Саидов, И.Г. Ахмедова, Л.В. Евдокимова. – Душанбе: Деп. в фондах НИЦ ГКЗУГ РТ, 2010. - 187 с.
97. Самиев М.Б. Анализ нанесенного стихийными бедствиями ущерба (1997-2008). Под общей редакцией Шомахмадова А.М. – начальника ИАЦ Комитета по ЧС и ГО при ПРТ. Фонды КЧС и ГО РТ. 2010. – С. 23-26.
98. Самиев М.Б. Анализ нанесенного стихийными бедствиями ущерба (2008-2018). Под общей редакцией Шомахмадова А.М. – начальника ИАЦ Комитета по ЧС и ГО при ПРТ. Фонды КЧС и ГО РТ. 2020. – С. 17-20.
99. Статистическая форма отчетности 1-ЧС в период с 1997 по 2008 гг. Фонды КЧС и ГО РТ. 2020. – С. 37-41.

100. Отчет, по региональной оценке, риска стихийных бедствий по территории Южно-Таджикской депрессии (юго-западный Таджикистан)». Фонды КЧС и ГО РТ. 2011. – 49 с.
101. Шомахмадов А.М., Саидов М.С., Хамидов А.Ш. Проект по раннему оповещению селей и наводнений. Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2010. – С. 189-238.
102. Шомахмадов А.М., Саидов М.С., Обследование угрожающих процессов в населенных пунктах, расположенных в бассейнах рек Кызылсу и Яхсу Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2010. – С. 273-296.
103. Шомахмадов А.М., Саидов М.С., Хамидов А.Ш. Проведение обследований на речных бассейнах Яхсу, Кызылсу, Сурхоб, Обихингоу, Варзоб в целях разработки прогнозов внезапных наводнений. Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2010. - С. 239-254.
104. Шомахмадов А.М., Саидов М.С. Оценка риска в населенных пунктах Кулябского региона Хатлонской области. Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2010. – С. 297-300.
105. Шомахмадов А.М., Саидов М.С., Хамидов А.Ш. Разработка современной модели прогнозирования внезапных наводнений на реке Варзоб. Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2010. - С. 45-111.
106. Шомахмадов А.М., Наводнения, сель, паводок, оползни, навигационные приборы, катастрофические ситуации, метод дистанционного исследования, LANDSAT, GOOGLE. Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2011. – 29 с.
107. Шомахмадов А.М. Основные угрожающие стихийные бедствия Таджикистана (краткая характеристика, анализ, мониторинг, система подготовки, управления и т.д.). Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2015. – 34 с.
108. Шомахмадов А.М. Анализ нанесенного стихийными бедствиями ущерба (1997-2008). Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2011. – 32 с.
109. Шомахмадов А.М. Оценке риска в населенных пунктах Кулябского региона Хатлонской области. Фонды КЧС и ГО РТ. Душанбе. 2015. – 15 с.

## Интернет-ресурсы

110. Виллагран де Леон. «Оценка уязвимости в контексте риска бедствий, концептуальный и методологический обзор». Источник: ru.abcdef.wiki>wiki/Social\_vulnera. (дата обращения: 22.12.2022).
111. Глоссарий UN ISDR по снижению риска стихийных бедствий Организация Объединенных Наций, 2009 г. UNISDR, Женева, Швейцария, 2009 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.unisdr.org/publications](http://www.unisdr.org/publications) и на странице PreventionWeb: [www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net). Дата посещения: 31.05.2021 г.
112. КЧС Таджикистана Официальный Сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.khf.tj> (дата обращения: 02.05.2018).
113. Мониторинг и раннее оповещения в Таджикистане // Ежемесячный отчет МЭРТ РТ. - Душанбе. – 20 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org)(дата обращения: 08.12.2019).
114. Несмянова С.Э., Калинина У.Г. Концепция уязвимости отдельных групп лиц: «Международный и национальный опыт». Конституционное право. №4. 2017. [cyberleninka.ru>article/n/kontseptsiya](http://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya).
115. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Принят Законодательным Собранием Санкт-Петербурга 3 апреля 1996 г. Статья 1. Источник: [pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru)> (дата обращения: 2.02.2022).
116. ОКАТО [Электронный ресурс]. Режим доступа: [from\\_statistics anuary\\_2017](http://from_statistics_anuary_2017). Дата посещения: 09.12.2020 г.
117. ОКАТО [Электронный ресурс]. Режим доступа: [from\\_statistics anuary\\_2017](http://from_statistics_anuary_2017). Дата посещения: 05.02.2022 г.
118. Руководство по снижению риска стихийных бедствий на уровне сообщества в Центральной Азии 2006 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org)(дата обращения: 08.07.2023).
119. СНиП 2.06.15-85 от 1986-07-01. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/snip/20615-85/> (дата обращения: 17.04.2019).

120. Статистические ежегодники Республики Таджикистан за 2015 г. (данные за 1995-2015 гг.). [Электронный ресурс]. Режим доступа: stat@tojikiston.com<http://www.stat.tj>. Дата посещения: 14.03.2021 г.

121. Статистические ежегодники Республики Таджикистан за 2020г. (данные за 2013-2020 гг.). [Электронный ресурс]. Режим доступа: stat@tojikiston.com<http://www.stat.tj>. Дата посещения: 22.06. 2022 г.

122. ISO31000 - Управление риском. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html>. Дата посещения: 7.01.2023 г.

**Основное содержание и результаты диссертационного исследования  
отражены в следующих публикациях:**

**А) Статьи, опубликованные в рецензируемых и рекомендованных Высшей  
аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан  
журналах:**

[1-А] Ишанов М.Х., Шарипова М.И. Прогнозная оценка углеводородов нижне-и средне юрских отложения Юго-Западного Таджикистана [Текст]: / М.Х. Ишанов, М.И. Шарипова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. №1. Бишкек. – С. 114-116.

[2-А] Ишанов М.Х., Шарипова М.И. История геологического развития Афгано-Таджикского бассейна в позднем меле [Текст]: / М.Х. Ишанов, М.И. Шарипова Наука и инновация Таджикский национальный университет. Серия геологических и технических наук. Душанбе. 2023. №2. - С. 30-36.

[3-А] Назирова Д.Э., Давлатов Ф.С., Шарипова М.И. Влияние деятельности человека на развитие и активизацию инженерно-геологических процессов Гиссарского хребта (на примере Варзобского района) [Текст]: / Д.Э. Назирова, Ф.С. Давлатов, М.И. Шарипова // Наука и инновация Таджикского национального университета. Серия геологических и технических наук. Душанбе. 2020. №4. - С .57-60.

[4-А] Салихов Ф.С., Саидов С.М., Шарипова М.И. Удаленные исследования подпрудных озер с помощью спутниковых изображений [Текст]: / Ф.С. Салихов,

С.М. Саидов, М.И. Шарипова // Наука и инновация Таджикского национального университета. Серия геологических и технических наук. Душанбе. 2020. №4. - С.53-57.

[5-А] Шарипова М.И., Ёкубов Ш.А., Кодиров Э.Х. Концептуальная модель риска бедствий [Текст]: / М.И. Шарипова, Ш.А. Ёкубов, Э.Х. Кодиров // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана № 7. 2022. Бишкек. – С. 50-56.

**Б) Научные статьи, опубликованные в сборниках и других научно-практических изданиях:**

[6-А] Шарипова М.И., Саидов М.С. Определение направление движение земной коры в Юго-Западном Таджикистане [Текст]: // Материалы Республиканской научно-теоритической конференции профессорско-преподавательского состава и сотруников ТНУ, посвященной “30-летию Государственной независимости Республики Таджикистан” и “20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)”. Душанбе. 2021. - С. - 104-105.

[7 5-А] Мухидинов Ф. А., Шарипова М. И. Шароитҳои муҳандисӣ-геологӣ, геоморфологӣ, геофизикӣ ва тектоникии маҳали кӯҳии нақби Хатлон [Текст]: // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной 30-летию Государственной независимости Республики Таджикистан и 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020–2040 годы). — Душанбе. 2021. — С. 104–105.

[8-А] Ишанов М.Х., Шарипова М.И. История геологического развития Афгано-Таджикского бассейна в нижнем меле // Материалы международной научно-практической конференции “Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии, гидрологии и разработки месторождений полезных ископаемых Таджикистана и сопредельных территорий”, посвящённой 80-летию со дня рождения заслуженного работника Таджикистана, доктора технических наук, профессор, Академика инженерной Академии Республики Таджикистан Комилова Одины Комиловича. Душанбе. 2022. - С. 263-269.

-А] Саидов М.С., Шарипова М.И. Идентификация геологических опасностей Вахш-Кафирниганской зоны Юго-Западного Таджикистана // Материалы Международной научно-практической конференция «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек, в связи с влиянием изменения климата на ледники и гидроэнергетические ресурсы Центральной Азии» (Душанбе 2023). Наука и инновация Таджикского национального университета. Серия геологических и технических наук. Душанбе, 2023. - С.

-А] Шарипова М.И., Саидзода С.М. Идентификация геологических опасностей Кулябской зоны Юго-Западного Таджикистана // Материалы Международной научно-практической конференция «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек, в связи с влиянием изменения климата на ледники и гидроэнергетические ресурсы Центральной Азии» (Душанбе 2023). Наука и инновация Таджикского национального университета. Серия геологических и технических наук. Душанбе, 2023. - С. 207-214.

-А] Шарипова М.И. Техногенная освоенность и взаимодействие природной среды и техногенной нагрузки Юго-Западного Таджикистана // Материалы Международной научно-практической конференция «Международное сотрудничество стран бассейнов трансграничных рек, в связи с влиянием изменения климата на ледники и гидроэнергетические ресурсы Центральной Азии» (Душанбе 2023). Наука и инновация Таджикского национального университета. Серия геологических и технических наук. Душанбе, 2023. - С. 215-228.