МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Худжандский государственный университет им. акдемика Бободжона Гафурова

На правах рукописи

АБДУРАХИМОВА МАВЗУНА МУХСИНОВНА

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ И ИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТАДЖИКИСТАНА (Согдийская область)

Специальность: 25.00.24

(экономическая, социальная, политическая и рекреационная география)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата

географических наук

Научный руководитель:

доктор географических наук,профессор

Бабурин Вячеслав Леонидович

Душанбе – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ……..4

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

1.1. Особенности формирования природных процессов……15

1.2. Современный этап развития геодинамических явлений…….28

1.3. Факторы, определяющие развитие оползневых и обвальных процессов……..39

Выводы по первой главе……52

ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЭНДОГЕННЫХ И ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

2.1. Сейсмически активные территории и последствия опасных неустойчивых процессов……55

2.2. Понятие активности геодинамической опасности……...74

2.3. Определение системы измерения поверхности склонов…….98

2.4. Эрозионные процессы и пути их предотвращения……108

Выводы по второй главе……..119

ГЛАВА 3.ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНО-СТИХИЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

3.1. Селевые и лавинныекатастрофы…….123

3.1.1. Селевые катастрофы……..123

3.1.2. Лавинные катастрофы……..133

3.2. Метеорологические особенности развития стихийных явлений……..141

3.3. Организация системы защиты населения от природных бедствий в Таджикистане…….152

Выводы по третьей главе…….164
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..168
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……...172
ПРИЛОЖЕНИЯ……187

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: Современный этап развития геодинамической опасности является важной народно-хозяйственной проблемой и имеет большое социально-экономическое значение для Таджикистана. Как известно, Республике Таджикистан присущи локальные и региональные чрезвычайные экзогенные и эндогенные опасности, обусловленные проявлением активных метеорологических, сейсмических, геофизических и геодинамических явлений. Несмотря на значительное количество фундаментальных исследований по экзогенным процессам, эффективные, экономически выгодные способы борьбы с геодинамическими опасностями и конкретные методики исследования природно-стихийных бедствий и их социально экономических последствий пока разработаны недостаточно.

Понятия «чрезвычайные ситуации», «техногенные и природные катастрофы», «геодинамические катастрофы» не дают возможности отдельные события классифицировать однозначно. В научной литературе встречается множество понятий, используемых при описании катастрофических событий. Наиболее общей является категория «опасные природные процессы и явления». Она объединяет «события природного происхождения, которые по своей интенсивности, масштабам и продолжительности могут оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей, функционирование объектов экономики и окружающую среду».

Например, Кайраккумское землетрясение, произошедшее на левом берегу Сырдарьи в 1985 г., по мнению автора, следует считать геодинамической катастрофой.

В зависимости от масштаба разрушительного воздействия геодинамических сил природы и степени уязвимости объекта, на который это воздействие

направлено, могут иметь место «чрезвычайная ситуация», «бедствие» или «катастрофа». Указанные понятия отражают последствия «реализации риска» в сообществе или на территории. В случае успешности и своевременности мер по стабилизации положения, ситуация от чрезвычайной возвращается к исходной, докризисной. Если же осуществлённых мер оказывается недостаточно, и неблагоприятное воздействие приобретает затяжной характер, то речь идёт уже о бедствии или катастрофе.

В рамках диссертационного исследования конкретизировано и обосновано определение из Закона Республики Таджикистан «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», согласно которому под бедствием подразумеваются «результаты воздействия опасных геодинамических явлений на социальную и экономическую системы, которые имеют определённый уровень уязвимости, не позволяющий обществу адекватно справиться с таким воздействием».

Геодинамические катастрофы – это экстремальные естественные ситуации, вызванные энергией, которая высвобождается природными элементами. Сюда необходимо отнести извержения вулканов, лавины, землетрясения, тайфуны, торнадо, циклоны, сильные снегопады, сели, таяние ледников, ливни, наводнения, цунами, провалы, пожары, оползни, то есть те явления, которые происходят по естественным причинам.

На территории Таджикистана в период 2017 года произошло 168 геодинамических ситуаций, имеющих природный характер, что больше на 61 ситуацию по сравнению с аналогичным периодом 2016 года. Из-за природных бедствий 126 человек погибли. В некоторых районах республики – Хуросонском, Пянджском и других отмечались селевые потоки, наводнения, в результате чего более 2500 жилых домов были разрушены. В 2017 году стихийные бедствия принесли стране ущерб более 100 млн. сомони (около 25 млн. долларов США).

По данным областного Комитета по чрезвычайным ситуациям, в 2017 году на территории Согдийской области произошло 57 природных бедствий. Ущерб от этих природных катастроф составил 4,2 млн. сомони. Большие проблемы создают дождевые паводки, сели, лавины, оползни, сильные ветры, камнепады и другие катаклизмы.

Таким образом, приоритетными становятся вопросы устойчивого развития, что связано с вертикальным освоением горных территорий. Геодинамические опасности таковы, что их собственное равновесие, в основном, зависит от интенсивности и распространения селевых, лавинных, гравитационных и обвальных явлений. Указанные природные опасности имеют разрушительный характер и наносят огромный экономический ущерб народному хозяйству.

Геодинамические опасности могут оказывать существенное воздействие на развитие городов и районов Согдийской области, особенно расположенных в предгорно-горной зоне. Разрушительная сила лавин, селевых потоков, камнепадов и других геодинамических стихийных явлений приводит к существенным социальным и экономическим последствиям, носящим, как прямой (гибель местных жителей и потеря материальных объектов), так и косвенный (рост нестабильности экономической ситуации и состояния геосреды) характер. В диссертационной работе рассматриваются природные явления и их последствия, основные понятия активности геодинамической опасности, селевые и лавинные катастрофы, как один из наиболее опасных видов катастроф.

Исследования проводились в рамках государственных целевых программ на 2011-2015гг.(рег.№0102ТД969 от 13.04.2011 г., отчёт 0216TJ01739 от 08.12.16 г., №936/01.3 з/и, Душанбе, 2016 г., 184с.) и на 2017-2021гг. (рег.№0117 TJ 00843 от 20.10.2017 г.) Республики Таджикистан, направленны на оценку сложных взаимодействий природных, природно-техногенных явлений, поиск основных закономерностей и факторов геодинамического развития, которые

способны вызывать происходящие изменения, как благоприятные, так и неблагоприятные, определение мер по управлению геосферой и предотвращению её дальнейшей деградации.

Степень разработанности проблемы. В научной литературе теория катастроф, как научное направление, впервые заявила о себе в начале семидесятых годов XX века. В тот период появились работы по теории катастроф, применительно к проблемам гидродинамики, экономики, геологии, экологии, теории элементарных частиц, политики и т.д., наиболее общей является категория «опасные природные». Под катастрофами во многих отраслях знаний понимаются скачкообразные изменения, возникающие в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий. Оно объединяет «природные происшествия, которые по масштабам, интенсивности и продолжительности могут оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей, функционирование объектов экономики и окружающую среду». Исследования природных катастроф рассматриваются в работах В.И. Арнольда (Теория катастроф), Б.В. Гиденко, Е.Ю. Дорохиной, Б.И. Скалова, Б.Н. Порфирьерова, Н.П. Тихомирова, В.А. Санькова и др. Статический инструментарий для описания социально-экономических и геодинамических явлений представлен в трудах С.А. Айвазяна, Л.П. Бакуменко, О.Э. Башиной, А.Д. Думкова, Е.В. Заровой, А.П. Зинченко и др. Многими учёными-исследователями геодинамические катастрофы не выделяются в качестве отдельных объектов изучения, однако мы считаем, что это является недостаточной проработанностью данной темы.

Негативное влияние геодинамических катастроф на социально-экономическую систему Таджикистана значительно усилилось. Кроме того, в последнее время усилились геологические, гидрометеорологические, климатические, биологические опасности и другие стихийные бедствия, которые становятся одним из главных вызовов развитию в наступившем столетии.

Геодинамические катастрофы, как агрессивные природные явления, качественно изменяют природную среду и, как следствие, приводят к социально-экономическим последствиям.

В диссертационной работе анализируются геодинамические катастрофы, вызываемые землетрясениями, экзогенными геодинамическими, географическими и гидрометеорологическими опасностями, такими как: система изменения движения поверхности склонов, лавины, селевые, обвальные и оползневые опасности.

Основной акцент в диссертационный работе сделан на исследовании геодинамических катастроф, вызываемых землетрясениями, склоновыми гравитационными процессами, эрозионными, лавинными, селевыми и др. явлениями, которые рассматривались в трудах ведущих учёных, сейсмологов, геоморфологов, географов - С.М. Юсуповой, Р.Б. Баратова, М.М. Кухтикова, С.М. Захарова, П.А. Панкратова, С.М. Бабахаджаева, А.М. Бабаева, М.Р. Джалилова, Э.В. Байко, Х.М. Саидмуродова, М.Р. Якутилова, С.Я. Абдурахимова, А.Л. Шнипаркова, С.А. Сократова и др.

Видными учёными, такими, как В.А. Владимировым, В.И. Ларконовым, Г.М. Нигматовым, А.Н. Угаровым, Х.М. Мухаббатовым, Н.В. Задониной, В.А. Саньковым, К.Г. Леви, Р.Г. Р.Г. Сафиуллиным и др., проводились исследования экологических, экономических и социальных последствий, вызванных катастрофами и чрезвычайными ситуациями.

Цель и задачи исследования. Цель работы – выявить причины возникновения, распространения и формирования природных опасностей и основные территории селевых и лавинных катастроф в районах Согдийской области Таджикистана; разработать научные основы организации системы защиты населения от природных бедствий в горных и предгорных территориях.

В рамках исследования были поставлены следующие задачи:

- оценить современные геодинамические опасности, чьё возникновение и развитие связано с экзогенными процессами;

- проанализировать сложные взаимодействия опасных природных катаклизмов и явлений, выявить основные факторы и закономерности развития, вызывающие благоприятные и неблагоприятные изменения, указать основные направления по управлению и предотвращению деградации территорий;

- выработать для проводимого исследования концептуальные подходы, конкретизировать статистические показатели, характеризующие социально-экономические последствия геодинамических катастроф и предложить методику оценки косвенных экономических последствий;

- оценить нынешнее состояние геодинамических опасностей в условиях активизации стихийных бедствий;

- определить параметры региональных зон риска возникновения обвально-оползневых, селевых и лавинных опасностей;

- составить каталог социально-экономических последствий природных катастроф Согдийской области.

Объект исследования - современные геодинамические катастрофы в Согдийской области Республики Таджикистан.

Предмет исследования - оценка социально-экономических последствий развития геодинамических опасностей.

Область исследования – основные темы диссертационного исследования соответствуют пунктам Паспорта номенклатуры специальностей ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации по специальности 25.00.24 - экономическая, социальная, политическая рекреационная география (географические науки); 01. Научные основы экономической, социальной, политической и рекреационной географии – исследование её предмета, методоло-

гии, развития методического и категориально-понятийного аппарата; 02. Территориальное географическое положение (позиционный принцип); 03. Природно-геодинамические, социально-экономико-культурные и политико-географические территориальные системы.

Методы исследованияи использованные материалы. Методическую основу работы составили традиционные географические методы наблюдения: статистические, полевые, районирование, балльные оценки в сочетании с обобщением фондовых и литературных материалов. Основными источниками фактических данных являлись полевые и литературные материалы, архив Комитета по чрезвычайным ситуациям гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан, справочники и информационные бюллетени по геодинамическим процессам, а также по источникам опасных природных явлений на территории Согдийской области и Таджикистана. В основу выбора критериев опасности и риска геодинамических процессов были положены руководящие документы Республики Таджикистан.

Научная новизна. Проведён комплексный анализ состояния развития геодинамических явлений природного характера на территории Согдийской области. Полевые данные, постоянные наблюдения (локальный мониторинг), результаты научно-исследовательских экспедиций дают нам возможность впервые создать каталог природных бедствий и их классификацию по Согдийской области. Эти данные позволяют начать исследования по прогнозированию природных опасностей и влияния метеорологических особенностей на интенсивность природных катастроф. Также:

- определено неустойчивое состояние территорий, приводящее к дестабилизации устойчивости склонов, характерных для южных склонов Туркестанского и северного склонов Зеравшанского хребтов. Главными из них являются сейсмичность, дифференцированные оползневые движения, гравитационные про-

цессы, связанные с ними, усиление интенсивности гидрометеорологических процессов до критического уровня;

- предложены современные научные и методические рекомендации по снижению регионального риска на территории Согдийской области на основе данных полевых материалов;

- изучены причины, способствующие усилению геодинамических явлений, происходящих в долинах горных рек Кураминского хребта, выявлено, что гравитационные явления происходят в водосборных бассейнах, также отмечено, что на южном склоне Туркестанского хребта происходит увеличение каменности, деградация почвенного слоя, линейная эрозия; предложено ранжирование склонов по степени природной опасности и необходимости постановки природоохранных мер;

- обоснован дифференциальный подход к оценке развития геоморфологических, географических природных бедствий в административных районах, которые приводили к многочисленным человеческим жертвам, разрушению жилых домов и сооружений и огромным социально-экономическим потерям;

- определены и исследованы объекты, которым необходим первоочередной мониторинг с целью предупредить возникновение природных катастроф в пределах территории Согдийской области.

Практическая и экономическая значимость полученных результатов. Полученные результаты исследований использованы при написании отчёта целевой программы Республики Таджикистан на 2011-2015гг. (рег.№0102ТД969 от 13.04.2011 г., отчёт 0216TJ01739 от 08.12.16г., №936/01.3, Душанбе, 2016 г.) и на 2017-2021гг.(рег.№0117TJ00843 от 20.10.2017 г.). Отдельные положения и результаты в виде рекомендаций были использованы Комитетом по ЧС и ГО Таджикистана по Согдийской области. Материалы по современным геодинамическим процессам и их социально-экономическим последствиям могутбыть ис-

пользованы при планировании и проектировании мероприятий с целью интенсификациинароднохозяйственного комплекса страны. Методические положенияданного исследования будут способствовать дальнейшему развитию теории социально-экономической эффективности проектов крупномасштабной хозяйственной деятельности, исключающей современные геодинамические катастрофы на склонах и обеспечивающей повышение их продуктивности.

Материалы исследования могут быть использованы кафедрами физической географии, геоэкологии, экономической географии геоэкологического факультета ХГУ имени академика Б. Гафурова для изучения дисциплины «Катастрофоведение».

Положения, выносимые на защиту:

- геодинамика активизирует природные опасности и провоцирует катастрофы – землетрясения, лавинные и селевые потоки, склоновые и гравитационные процессы, оползни, камнепады, линейную эрозию, которые зависят от экзогенных и эндогенных явлений в горных условиях Таджикистана;

- геодинамические опасности оказывают определяющее воздействие на развитие Согдийской области на локальном и региональном уровне. Разрушительная сила селевых и лавинных потоков, камнепады и другие стихийные явления способны приводить к огромным социально-экономическим последствиям, как прямым – потере населения и материальных ценностей, так и косвенным – дестабилизации экономической ситуации;

- нынешнее состояние геодинамических опасностей в условиях резкого развития стихийных бедствий требует дифференциального подхода к оценке развития геоморфологических, географических, метеорологических бедствий в административных районах, которые приводили к многочисленным человеческим жертвам, разрушению жилых домов и сооружений и огромным социально-экономическим потерям;

- в связи с вертикальным освоением горных территорий вопросы устойчивого развития народного хозяйства становятся приоритетными, и проведённый комплексный анализ даёт возможность начать исследование по прогнозированию геодинамических опасностей и влияния метеорологических особенностей на интенсивность природных катастроф.

Личный вклад автора в работу. Диссертационная работа является результатом обобщения исследований по изучению геодинамических катастроф и опасных природных явлений на территории Согдийской области Таджикистана, проведенных в период с 2011 по 2017гг. лично автором и в сотрудничестве со специалистами кафедры физической географииХГУ имени академика Б. Гафурова. Автором были осуществлены сбор, обработка и систематизация статистической информации за 1998-2017гг. Диссертантом проведена оценка степени природной опасности на территории Карамазарского горнорудного района, Туркестано-Зеравшанской территории и обобщены их результаты в 5-летних (2011-2015гг.) отчетах Республиканской целевой программы.

Апробация результатов диссертации: основные положения диссертации доложены и обсуждены на конференциях и совещаниях, в частности, на Международной конференции «Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды» (Душанбе, 2011); Международном научном симпозиуме «Возобновляемая энергия и энергосберегающие технологии» (Худжанд, 2012); Республиканской научной конференции на тему: «Химия, технология и экология воды» (Душанбе, 2013); Международной конференции «Памир: актуальные проблемы и научно-техническое развитие» (Хорог, 2013); Республиканской научно-практической конференции «Вода для жизни» (Душанбе, 2015); Международной научно-практической конференции, посвящённой международному десятилетию действий «Вода для жизни» (Душанбе, 2015); Международной

научно-практической конференции (Чкаловск, 2015); VIII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования», посвященной 25-летию государственной Независимости Республики Таджикистан и 60-летию Таджикского технического университета им. ак. М.Осими (Душанбе, 2016); Республиканской научно-практической конференции «Изменение климата, деградация ледников и их влияние на запасы водных ресурсов Центральной Азии» (Худжанд, 2018).

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и изложена на 186 страницах компьютерного текста, содержит 6 таблиц, 21 рисунок, список использованной литературы включает 131 наименование, а также приложения.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

1.1.Особенности формирования природных процессов

Геоморфолого-географические исследования формирования природных процессов Согдийской области проводились в Тянь-Шаньской горной системе (в юго-западной части), а также в Ферганской депрессии, её западном окончании. Рассматривался район общей площадью 26,7 тыс. км^2. Изучаемый район ограничен на востоке западными частями Наманганской гряды и Чустской гряды, на западе – Истаравшанским поднятием и «Ходжентскими воротами», на юге – Туркестанским хребтом, на севере - водоразделом Кураминского хребта. По составляющим геодинамических особенностей развития, рискам (катастрофам) и закономерностям распространения катастроф рассматриваемый район представлен тремя регионами: Кураминским хребтом и горным массивом Моголтау, западной частью Ферганской депрессии и Зеравшанской долиной.

Рельеф первого региона сформирован в районе Кураминского хребта, с востока ограничен Чаткальским хребтом, имеет распространение на юго-запад на расстояниепорядка 170 километров. В северо-восточной части Кураминского хребта отмечаются максимальные высоты – 3769 м над уровнем моря (гора Бобоиоб). Для Кураминского хребта характерно преобладание крутосклонного, глубоко расчленённого рельефа (Насугарзан, Гудас, Швар, Пангаз, Сандал, Шарлак, Сардоб, Ченар, Пазман, Сурх, Караулхона и др.). В распределении типов рельефа заметно выражена вертикальная яростность. К этим частям (2700-3000 м над ур. моря и более) приурочен альпийский гляциальный рельеф со следами древнего оледенения и современными снежниками (Дилвайрон, Сандал, Надак), глубина расчленения здесь достигает 1500 м (Андузли, Дреш). На

высотах 1500-3000 м над ур. моря расположен резко расчленённый высокогорный рельеф (Бобои Об, Лаакарак, Андузли) без гляциальных форм с глубиной расчленения более 2000 м, ниже 1500-2000 м над ур. моря распространён среднегорный рельеф (Тавак, Саримсахли, Кандир), для которого характерна мягкость форм, округлые вершины, широкое развитие коры выветривания. Глубина расчленения здесь 500-1000 м. Очень мягкий рельеф среднегорного облика имеют периферические части межгорных депрессий (Карамазар, Далана, Дреш), разделяющих основные хребты.

Кураминский хребет в юго-западной части имеет название Карамазар, где значения абсолютных высот не более 2500 м над ур. моря. Восточная часть, имеющая высоты от 150 до 3000 м над ур. моря, представлена резко расчленённым рельефом, глубина расчленения которого достигает 2000 м. Ниже рельеф приобретает среднегорный характер, где преобладают округлые горные вершины и широко развито выветривание горных пород. Юго-западнее Кураминского хребта находятся горы Моголтау, которые располагаются параллельно реки Сырдарьи, их длина более 40 км, а максимальные высоты имеют значения 1624 м над ур. моря (гора Музбек). Моголтау отделяет от горного района Карамазар Мирзарабатский проход, представленный рядом куполовидных пологих холмов. Горам Моголтау и южнойоконечности Кураминского хребта характерен расчленённый рельеф, где имеется большое количество ущелий, оврагов, сухих глубоких саев. Ущелья имеют обрывистые, крутые склоны. Горные грядыСупетау, Акпеч и Акбель на востоке переходят в равнинные полосы Аштского массива, ширина которых местами составляет 15-16 километров. В западном направлении рельеф представлен Сомгаро-Паласским массивом. На севере высоты равнин составляют 380-550 м над ур. моря.

В южной части Северного Таджикистана расположены Туркестанский и Зеравшанский хребты, рельеф которых характеризуется чередованием мощных

горных поднятий. На большей части своего протяжения хребты поднимаются выше снеговой линии, расположенной примерно на высотах 4000-5000 м. Здесь развит высокогорный гляциальный рельеф, характеризующийся широким развитием ледниковых цирков, каров, ледников, фирновых полей, отрогов. Большое распространение имеет высокогорный рельеф без гляциальных форм, ограничивающийся высотными отметками от 2500 до 3500 м. Речные долины имеют характер теснин и ущелий. Глубина вертикального расчленения 1200-1500 м. Среднегорный рельеф характеризуется активной эрозионной деятельностью потоков, проявляющейся в сильном расчленении поверхности до 900-1000 м. Вдоль рек наблюдаются намывные аллювиально-пролювиальные террассы. Зеравшанская долина имеет абсолютные отметки до 280-720 м. Длина её 200 км, ширина от 2 до 100 км. Поверхность долины расчленена саями. Рельеф холмисто-грядовой (Мехргон) и холмисто-увалистый. Равнинный рельеф депрессий «40-й параллели» резко выделяется на фоне окружающих её горных поднятий. Для детального изучения современных геодинамических катастроф можно использовать различные методы измерения количественных параметров экзогенных процессов и методы измерения активности селевых потоков и область их применения.

Ферганская депрессия в западной своей части представлена межгорной равниной, которая имеет сложную и глубокую структуру. В свою очередь, западная часть Ферганской депрессии делится на две части: северную и южную. В рельефе широко представлены равнины, а также террасы р. Сырдарьи. В долинах абсолютные высоты составляют от 320 (пойма р. Сырдарьи) до 1000 м над ур. моря (предгорья).

В долине на правобережье р. Сырдарьи расположены цепи гор Наукат, Супетау, Кызылджар и Шумтау, Акбель, Акпач, представленные широтно-вытянутыми антиклинальными складками. Расположение этих рельефных форм

определяется тектоническим развитием Ферганской впадины. Средняя ширина гряды этих гор составляет 5 км, а максимальные высоты– не более 1500 м.Орографические контуры в большей части совпадают с тектоническими альпийскими структурами, в соответствии с этим, в рельефе можно выделить определённые орографические зоны: Канибадамо-Худжандский и Самгаро-Аштский массивы с аккумулятивными поверхностями, адырные поднятия - Ура-Тюбинско-Исфаринские, имеющие внутриадырные впадины между указанными поднятиями. Здесь на отдельных участках сохранились древние формы рельефа – дробно- или глубокорасчленённые, аллювиально-пролювиальные и аллювиальные. На равнинной слабонаклонной и предгорной части Ферганской долины наиболее часто встречаются верхне- и среднечетвертичные аллювиальные поверхности. Среди отложений резко отличаются эоловые пески, получившие развитие на правом берегу р. Сырдарьи от Кайраккума до Таджикжара, в Аштском районе. Мощность песков измеряется несколькими метрами. Они серовато-жёлтые, мелкозернистые, кварце-полевошпатовые, с включением кристаллов солей. Сумма фракции миглье 0,5 мм, до 87-97%, из них фракция размером менее 0,001 мм – до 3%, частицы размером от 0,5 до 1,0 мм составляют 1-15%. Пески в Наукате, Кукраке и в районе Султанабада полузакреплённые. На крупных кусках выноса расположены наклонные пролювиальные равнины. В пойме р. Сырдарьи, на террасах и в многочисленных долинах горных рек отмечаются аллювиальные и пролювиально-аллювиальные поверхности современного типа. Туркестанский хребет в предгорьях, а также горные гряды Наукат, Супетаг, Акчап и Акбель представлены эрозионно-денудационным рельефом, который имеет плоско-склонную, холмистую и холмисто-грядовую поверхности. В результате выщелачивания пород соленосной свиты отмечаются карстовые провалы и воронки.Горные поверхности имеют тенденцию снижаться к северо-востоку. В самой нижней части северо-восточного подножия Супе-

тау находится озеро Аксукан, которое является соленосным, лечебным, грязевым озером.

Южнее р. Сырдарьи расположены горы Каратау и горная гряда Белесыник с максимальными высотами до 2000 м над ур. моря, которые представлены горными грядами, чередующимися с узкими глубокими ущельями и крутыми обрывами. Равнинная часть этих гор и подножия покрыта пролювиальными отложениями временных потоков. Южная часть указанного горного массива имеет многочисленные возвышенности: Маданиятскую, Нефетабадскую, Сельрохинскую, Рухакскую, Дегмайскую и др.(таблица 1.1).

Река Сырдарья является основной водной артерией указанного района (имеет средний уклон 0,000268 м; среднегодовой расход воды - 450 $м^3$/сек.,). Вода р.Сырдарьи в летний период расходуется на орошение южной и северной частей прилегающей территории, для орошения построена сеть многочисленных каналов. В летний период равнина является практически безводной, однако в северной части равнины есть холодные слабоминерализованные пресные воды, выходящие на поверхность суши в таких саях, как Уикансу, Карамазар, Мулламир, Пангаз, Ашаба, Гудас, Пунук, Ашт и др. Уровни вод в данных реках колеблются в зависимости от времён года и количества выпадающих осадков: некоторые реки в период половодья достигают р. Сырдарьи, прорезая пролювиальные отложения. Причинами селевых потоков, образующихся на этих реках, служат различные причины, в том числе, выветривание пород, бедный растительный покров, крутой рельеф и ливневые дожди.

Таблица 1.1 - Геодинамические показатели территории Северного Таджикистана*

Зоны	Основные показатели							
	Рельеф	Абсолютные отметки, м	Среднегодовое количество осадков, мм	Среднегодовая температура воздуха, °С	Среднегодовая скорость ветра, м/с	Гидрографические особенности	Модуль стока взвешенных насосов, л/с·км^2	Минерализация и химический состав вод, г/л
Равнинная	Слабо всхолмленный, аккумулятивная равнина	340-800	95-170	14,1	4,6	р.Сырдарья, Кайраккумское и Фархадское водохранилища, каналы, коллекторно-дренажные системы	0,01-0,2	0,5-1,2 (гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый)
Пред-горная	Слабо наклонённый, эрозионно-аккумулятивный	800–1200	130–280	11,2	1,8	Горные реки, Каттасайское и Даганасайское водохранилища, каналы, арыки и др.	1,5-3 (предгорья Кураминского), 3-7 (предгорья Туркестанского хребтов)	0,3-0,8 (гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый)
Горная	Сильно расчленённый эрозионно-денудационный	1200–2500 и более	200–400	9,2	2,7	Горные малые реки протяжённостью от 10 до 45 км; менее 10 км-555, родники, колодцы, арыки и др.	0,5-1,6 (Кураминский)	0,1- 0,3 (гидрокарбонатно-кальциевый)

Продолжение таблицы 1.1

Зоны	Основные показатели							
	Раститель-ность	Типы почв	Средне-годовая темпера-тура поч-вы, °С	Содержа-ние гумуса, %	Мощность горизонта, см		Субстрат	Полезные ископаемые
					А	Б		
Рав-нин-ная	Полынные пустыни, эфемероиды	Серо-бурые, светлые се-розёмы (ка-менистые)	1	0,7-1,0	10-20	20-30	Глинисто-карбонатные, аллювиальные с соляно-гипсовыми прослоями, аллю-виалные галечники	Каменная соль, нефть, газ, кварцевый песок, строительные материалы
Пред-горная	Эфемероиды, злаки, разряженный ярус кустарни-ков и деревь-ев	Светлые се-розё-мы (камени-стые)	11	0,8-1,0	20-30	30-40	Аллювиально-пролювиальные, лёссовидные суглинки, галечни-ково-щебнистые отложения	Нефть, уголь, мине-ральные краски, руды цветных ме-таллов, строитель-ные материалы
Горная	Арчовый лес, кустарники и эфемеровые пырейники	Светло-коричне-вые горные	9	1,2–2,11	8,0	22,0	Делювиальные глины,интрузивы и эффузивы (граниты, диориты, андезиты, порфириты)	Свинцовые, цинко-вые, медные, висму-товые, молибдено-вые, серебрянные и др. руды

* Таблица составлена С. Абдурахимовым. Геоэкологические проблемы техногенеза на территории Северного Таджикистана (2003 г.).

В описываемом районе имеются крупные горные реки, они располагаются на северной стороне Туркестанского хребта, своё начало эти реки берут со снежников и ледников. Большинство рек имеют каньонообразные ущелья, где отвесные склоны достигают высот 40-50 м при вершинах 150 м. ущелья сформированы за счёт конусов выносов. На конгломерато-галечных обрывах каньоноввозможно образование большого количества колонн и столбов.

К крупным рекам описываемого района можно отнести такие реки, как Аксу, Исфара, Шахристан, Басмандасай Карасау, Ходжабакирган, воды которых на всём протяжении расходуются на орошение. Максимальные стоки вод этих рек отмечаются в летний период (июль-август), когда происходит интенсивное таяние снега и ледников в горах.

Характерной особенностью гидрографии Северного Таджикистана является тот факт, что для сезонного регулирования вод и интенсивного орошения создан ряд водохранилищ, среди которых видное место занимает Кайраккумское водохранилище, которое является равнинным (длина 46 км, максимальная ширина 3,1 км, средняя глубина 7 м, площадь зеркала 48 км^2, объём воды 350 млн. м^3, уровень воды в среднем 2 м). В предгорьях расположено Каттасайское водохранилище, общая площадь которого равна 2,04 км^2, с максимальными отметками высот над уровнем моря 1165 м и общим объёмом воды 55 млн. м^3. Именно эти два водохранилища оказывают существенное влияние на изменения природной среды. При создании этих водохранилищ планировалось дополнительное орошениетерриторий Ходжентского, Канибадамского, Самгарского и Аштскогомассивов. Однако при создании водохранилищ также имелись и негативные явления, основным из которых являлось снижение посевных площадей, когда тысячи гектаров поливных плодородных земель оказались под водой действующих водохранилищ. В зоне орошения резко изменились гидрогеологические условия, что вызвало ухудшение мелиоративного состояниятерриторий,

за счёт подъёма грунтовых вод стало происходить вторичное засоление плодородных земель.

Геодинамические процессы переработки берегов при нестационарном уровневом режиме водохранилищ интенсивно продолжаются. Фактическое наблюдение за переформированием берегов северного склона показывает, что после создания водохранилищ они отодвинулись более чем на 1200 м. Поэтому разработка методик прогноза, детально учитывающих специфические особенности равнинных и предгорных водохранилищ Северного Таджикистана, является актуальной.

Климат – является важнейшим компонентом природной среды, определяет вероятность протекания геодинамических явлений и процессов. Характерными особенностями атмосферного воздуха можно назвать следующие: незначительность осадков (среднегодовое количество выпавших осадков по району – 150-230 мм); засушливость и континентальность, которым присущи резкие суточные колебания температуры воздуха (например, среднегодовая температура воздуха – 12°С, средняя температура воздуха января -4°С, средняя температура июля – самого жаркого месяца – 24-30°С); интенсивная испаряемость; высокая сухость воздуха; усиленное температурное и физическое и выветривание пород, слабая облачность.

В Таджикистане леса занимают территорию, равную 2,3% общей площади территории республики, или 334 тысяч гектаров, из которых 95 тысяч га приходится на Северный Таджикистан, эти территории имеют строгое распределение по климатическим поясам. Приосевые части Туркестанского и Кураминского хребтов имеют разнообразный и богатый растительный покров. На этих территориях широко представлена арчовые леса, заросли шиповника, барбариса, фруктовых деревьев – яблонь, груш, алычи, ореховых - миндаля, и др. В

равнинных зонах растительность представлена солончаками и травяно-эфемероидной растительностью.

В почвенном покрове также происходят постоянные непрерывные геодинамические и техногенные изменения. Проведённые М.Р. Якутиловым [130,131], Б.А. Мансуровым [78,79] исследования показали, что большинство территорий Таджикистана подвержены различным видам эрозии – ветровой, водной, ирригационной. Общие площадиэродированных почв составляют 9,5 миллионов гектаров, из которых 3,4 млн. га – почвы, подверженные ветровой эрозии, 5,9 млн. га – водной эрозии, 145 тысяч га - ирригационной. На территории Северного Таджикистана эти показатели следующие: общая площадь земель составляет 2,5 млн. га, из которых ветровой эрозии подвержены 8,0 тысяч га, водной - 45,5 тысяч га, ирригационная эрозия встречается на 30 тысячах га.

Современные отложения в Моголтау и Кураминском хребте – это меловые образования, которые имеют незначительное распространение. Они представлены в Мирзарабатской впадине, Кураминском хребте (в его приосевой части и юго-западной окраине), их возраст относится к позднемеловому периоду. Отложения позднемелового периода состоят в основном из глин и песчаников, и располагаются на размытых поверхностях пород палеозойского периода. Они имеют небольшую мощность и красноцветность. Отложения палеогенового периода отмечаются в Кураминском хребте, это морские образования (известняки, мергели, глины и песчаники). В Восточном Карамазаре их мощность составляет 50-75 м.

Геодинамические экзогенные опасности в основном сосредоточенны в аллювиально-пролювиальных отложениях раннечетвертичного возраста (сохский комплекс), они образуют брахиантиклинальные складки в Уратюбинском, Ганчинском, Исфаринском адырах и низовьях гор, их заложение отмечается на более древних породах (рисунок 1.1).

Рисунок 1.1 - Распространение геодинамических явлений в Аштском районе.

В Туркестанском и Кураминском хребтахотмечено замещение аллювиальных отложенийна щебнисто-песчано-суглинистый материал пролювиального генезиса, мощность которого уменьшается с увеличением высот. Все адыры покрыты сохскими отложениями, мощность которых уменьшается также с увеличением высот. Основная часть депрессии сложена аллювиально-пролювиальными отложениями голодностепского комплекса, а также среднечетвертичными, которые слагают третью террасу р.Сырдарьи (надпойменную)и её притоков. Поймы рек, первая и вторая надпойменные террасы р. Сырдарьи сложены современными аллювиальными отложениями (Сырдарьинский ком-

плекс). Наиболее распространены и имеют большую мощность (5-20 м) аллювиальные отложения р. Сырдарьи. Это галечники и пески с маломощными супесчано-суглинистыми покровами. Правобережье р. Сырдарьи представлено отложениями эоловых песков (Наукатским, Супетауским,Кайраккумским).

Современные экзогенные процессы протекают во внутригорных впадинах. Их мощность составляет 60 и более метров, увеличиваясь по направлениям от областей сноса. Нерасчленённые элювиально-делювиальные позднечетвертичные отложения имеют распространение на склонах долин таких горных рек, как Ашт, Пангаз, Мулламир, Долона, Карамазар, Уткемсу и др. Породы этих отложений имеют однородный гранулометрический состав.

В предгорных равнинах отмечаются пролювиальные отложения позднечетвертичного периода (конусы выноса, сложенныеконгломератами, брекчиями и щебнем).Их мощность увеличивается по направлению с юга на север, где на поверхности равнин расположены русла временных потоков, глубина которых достигает 4,5 м.

Геодинамические воздействия и скорость тектонических новейших движений, зональность их физико-географических факторов, разновременность проявлений определяют своеобразие и сложность инженерных и геологических критериевФерганской депрессии. Процесс осадочного литогенеза сформировал доминирующие инженерно-геологические свойства пород. В начале кайнозойского периода преобладающими были мелководные морские условия, в результате которых образовались литологически невыдержанные толщи пород, в основном, известняки, песчаники и глины.

Туркестанский хребет, расположенный южнее Ферганской депрессии, фиксирует собой герцинскую складчатость (южная ветвь). На территории Туркестанского хребта многие специалисты - Н.П. Костенко [75, 76], М.А. Бабаев [22] проводили исследования, которые показали, что геодинамическое развитие

данного региона началось в период позднего силура, и было завершено в течение пермского периода.

Зеравшанский комплекс представляет обширный высокогорный регион, в который входят Туркестанский и Зеравшанский хребты, с севера он граничит с Ферганским регионом, с юга - с Гиссарским хребтом. Горные хребты имеют широтное простирание и разделяются долинами вдоль реки Зеравшан. Долина реки образует узкие глубокие ущелья, по которым течёт река, а ниже кишлака Урметан имеет расширенную долину с хорошо выраженными террасами, течение её здесь становится более спокойным. На склонах горных хребтов встречаются склоновые линейные геодинамические процессы осыпей, камнепадов, сложенные крупнообломочным материалом.

Характерной особенностью горных хребтов является то, что на их площади установлены отложения всех геологических периодов. Однако степень распространения этих отложений неоднозначна. Например, силурийские отложения образуют мощные толщи глинистых сланцев общей мощностью 4000 м. Юрские отложения имеют континентальное происхождение с прослоями угля мощностью до 1200 м. В регионе широко распространены различные по возрасту магматические породы. Наиболее ранними магматическими породами являются эффузивы, образующие наибольшие толщи среди юрских сланцев в бассейне р. Зеравшан. Интрузивные тела выложены небольшими телами гранитоидов и имеют сложную тектоническую структуру, основные элементы которой были сформированы герцинской складчатостью.

Туркестано-Зеравшанский регион относится к молодому горообразованию,в нём отмечаются интенсивные тектонические движения, что делает этот регион сейсмоактивным. Макросейсмический и сейсмический материал свидетельствует, что катастрофические землетрясения возможны чаще всего около длительно развивающихся крупных разломов [22, 23, 32, 35], которые на про-

тяжении длительного геодинамического отрезка времени разделяютобширные участки земной коры, имеющиеразличный режим развития. Поэтому нами изучены участки соединения разнородных геодинамических структур, которые являются наиболее сейсмоопасными. Следовательно, важнейшие сейсмогенерирующие структуры – это разломы древних заложений, омоложение которых произошло в новейшем геодинамическом этапе развития. Таким образом, в истории геодинамического развития Согдийской области выделяютряд этапов, в которых были сформированы определённые комплексы опасности природных процессов.

1.2. Современный этап развития геодинамических явлений

Современный этап развития геодинамических явлений представлен разновозрастнымиэлементами, имеющими, как нисходящее, так и восходящее развитие.

В геодинамических описаниях и литературных источниках [3] территории Таджикистана и экзогенные процессы, протекающие в них, рассмотрены только с точки зрения географических ландшафтов, морфогенетические и морфометрические характеристики практически не рассмотрены. Рельеф горных стран, в частности, Таджикистана, в сейсмолого-геоморфологических трудах учёных изучается также с точки зрения доорогенной истории. Следует отметить, что в 60-е – 80-е гг. XX века геоморфологические исследования проводили учёные - С.И. Васильчикова [39], Н.П. Костенко, В.А. Васильев, О.К. Чедия [75, 76], Е.В. Кюль [77], А.М. Трофимов,Г.П. Бутаков, В.Т. Трофимов, С.А. Трескинский [114-117] и др., опираясь на исследования которых созданы карты Таджикистана по четвертичным отложениям, геоморфологии, палеогеографии и неотектонике.

Н.П. Костенко [76] разработал метод, с помощью которого возможно определять относительный возраст экзогенных процессов.Данный метод также широко применялся для создания первых возрастных геоморфологических карт Таджикистана, среднемасштабных карт неотектоники и при разработке основных принципов геоморфологических съёмок территории Таджикистана (масштаб 1:500 000).

Нами в процессе исследования определены геоморфолого-географический рельеф и современная геодинамикас применением экспедиционного метода – то есть непосредственным наблюдением и экспедиционными исследованиями в течение одного полевого сезона рельефообразующих процессов.Объектами исследования являлись экзогенные опасности, такие, гравитационные процессы, оползневые осыпные обвальные склоны, а также интенсивная денудация долин рек Исфара, Карамазар, Зеравшан и др. Результаты исследования представлены на рисунке 1.2.

Как показали геодинамические исследования, проводимые в течение ряда лет, экзогенные процессы, имеющие схожие внешние черты, развиваются поразному и имеют разное происхождение. Проводя морфогенетический анализ рельефа, необходимо учитывать различные геодинамические эндогенные факторы, которые обусловлены магматическим движением с поверхности астеносферного слоя. Известно, что Кураминский хребет и горы Моголтау образованы главным образом вулканической деятельностью и тектоническими движениями (Надакская и Тавакская свиты), а также пегматитовыми породами на возвышенных участках и подразделах Зеравшанского и Туркестанского хребтов. А 15% территории (примерно 11 тыс. км^2) сложены интрузивными породами.

Геодинамические экзогенные факторы имеют повсеместное распространение, так как зависят от энергии Солнца, выветривания, геодинамической работы рек, подземных вод, временных потоков, ледников и др. факторов. Экзогенные и

эндогенные рельефообразующие процессы происходят постоянно, однако имеют различную интенсивность в пространстве и времени.

Рисунок 1.2 -Распространение геодинамических опасностей в Исфаринском районе Таджикистана.

Во многих районах Республики Таджикистан геодинамические эндогенные процессы происходили в период мезокайнозоя, наиболее сильные структурные процессы с изменением рельефа происходили на территории Пами-

ра.Локальные формы рельефа формируются за счёт геодинамических экзогенных процессов, при этом формы крупных масштабов становятся более сложными. Различаются следующие формы рельефа – эоловые, пролювиальные, аллювиальные, аридные, криогенные, ледниковые, флюидальные и др., развитие которых зависит от различных экзогенных факторов.

Внешние процессы оказывают различное влияние на области геодинамических поднятий и опусканий. Происходит расчленение поднимающихся и возвышенных участков земной коры, они оказываются срезанными по бокам и сверху, то есть происходит денудация, в процессе которой происходит образование денудационного и структурно-денудационного рельефа.

При опускании и понижении участков земной коры происходит их заполнение продуктами сносного материала, данные участки становятся областями аккумуляции, за счёт которых происходит формирование аккумулятивного рельефа. Восхождение рельефа происходит в случае, когда геодинамические поднятия превосходят совокупные воздействия внешних сил, происходит увеличение относительных и абсолютных высот, растёт энергичность природно-стихийных явлений, речная эрозия, крутизна склонов, глубина расчленения и денудация.

При перевесе разрушительности геодинамических экзогенных событий происходит исходящее развитие: снижаются абсолютные высоты, появляются склоны вогнутых форм, слабеют процессы эрозии и денудации. Основным временным показателем нисходящего и восходящего развития рельефа в горных территориях является яростность, её изучение позволяет выяснить в целом историю развития горных регионов.

Известно, что наличие на территории Республики Таджикистан различных форм рельефа, которые были созданы в основном за счёт геодинамических экзогенных процессов, позволяет провести географическую зональность. Так, на

горных территориях отмечается ярко выраженная вертикальная морфологическая поясность, которая зависит от различных климатических условий.

В современном ландшафте иногда встречаются реликтовые рельефы, не характерные для современных морфоклиматических условий. В этом случае на поверхности склонов происходит накопление продуктов выветривания, и кора выветривания представляет собой комплекс несмещённых пород. Геоморфологическое развитие на современном этапе, его разнообразие большинство исследователей считают качественно новым этапом развития земной коры – орогеническим этапом [1,28,71,74, 75]. Различные зоны, слагающие территорию Таджикистана, имеют различную геоморфологическую историю, в которой новейшие орогенические сооружения формируются на гетерогенных принципах. Территории гор Моголтау и Кураминского хребта развивались на герцинском этапе геосинклинально, где на протяжении мезозоя и палеогена развивался субплатформенный режим. Этотпериод являлся началом новейшего орогенического периода развития и природного разнообразия гор Моголтау и Кураминского хребта.

На протяжении периодов мезозоя и палеогена юго-западная часть Ферганской депрессии была подвержена большему пригибанию по сравнению с севером. Возникновение орогенического периода развития и природного разнообразия соответствуют здесь границамнеогена и палеогена.

Дифференциация территории в области пригибаний и поднятий происходит в результате новейшего орогенеза на ранних этапах.Так, Ферганская депрессия в период олигоцена являлась бассейном накопления континентальных осадков, а горные территории эффективно вовлекались в процесс поднятия.

В конце массагетского периода максимальные поднятия Кураминского хребта достигали отметок в 300 м. В этот же период в западной части Ферганской депрессии накопились отложения мощностью более 2000 м, преимуще-

ственно красноцветные, глинистые. Как показало развитие земной коры, формирование новейшего орогенезапроисходило гетерогенно. Тектонические движения имели различную направленность (рисунок 1.3).

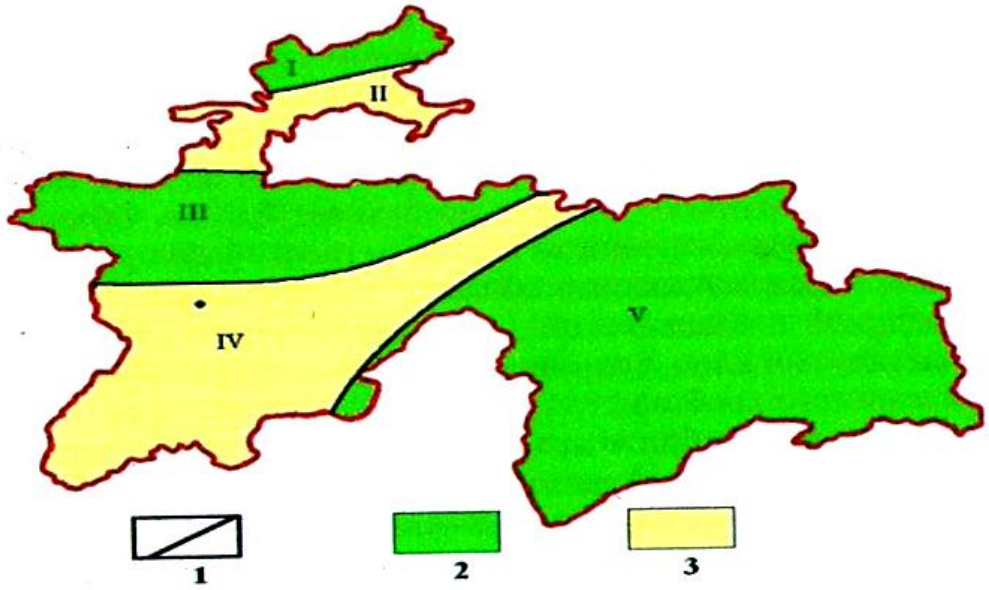


Рисунок 1.3 - Схематическая геолого-тектоническая карта Таджикистана. Геолого-географические районы: I-Северный, II-Северо-восточный, III-Центральный, IV-Юго-Западный, Юго-Восточный (Памир); 1-глубинные разломы; 2 - области устойчивых поднятий; 3 - области преимущественного прогибания.

Горы Моголтау и Кураминский хребет в период неогена и антропогена развивались устойчиво и восходяще, это развитие было начато ещё во времена палеозоя. Области Ферганской депрессии также продолжают прогибание, которое начато с эпохи альпийской складчатости. Однако эти территории были вовлечены в общее поднятие и инверсию тектонических движений в раннечетвертичном периоде.

В формировании новейшей геодинамической структуры большое значение имеют разрывные нарушения. Основными нарушениями являются сейсмо-

генные разломы - Южно-Ферганский и Северо-Ферганский, которые на протяжении длительного отрезка времени контролируют развитие областей с различным режимом, в настоящее время они не утратили своего значения [43].

Территория Таджикистана характеризуется сложностью геодинамического строения. В кайнозое она подвергалась альпийскому складкообразованию, продолжающемуся и сейчас; в разных регионах оно имеет различное структурное и геоморфологическое выражение.

Геодинамические условия формирования и развития природных опасностей входят в область интенсивного горообразования Центральной Азии. Областями устойчивых поднятий Таджикистана являются Кураминская и Гиссаро-Алайская. В Кураминской области максимальное новейшее поднятие области превышает 2,0 км. Общий размах вертикальных перемещений за неоген-четвертичное время составляет 5-6 км. Гиссаро-Алайская область, заключённая между Ферганской впадиной и Таджикской депрессией, представляет собой широтно вытянутый клин, состоящий из Туркестанского, Зеравшанского и Гиссарского хребтов.

Тектонические движения положили начало современному этапу развития геодинамических опасностей.В Таджикистане за последние сто лет происходило около 550 землетрясений с магнитудой (M)>5, катастрофическими из которых являлись 6: 1907 г. - Каратагское, 1911 г. - Сарезское, 1949 г. - Хаитское, 1966 г. - Исфаринское, 1985 г. – Кайраккумское и 1989 г. - Гиссарское землетрясение.

Как показали сейсмические и микросейсмические исследования, выполненные в работах [17, 22, 32, 35, 59], катастрофические землетрясения происходят чаще всего вокруг длительно развивающихся крупных разломов, которые разделяютбольшие площади земной коры, имеющие на протяжении длительного геодинамического времени различный режим развития.Таким образом,

наиболее сейсмоопасными являются участки соприкосновения различных геологических структур.Поэтому можно заключить, что Южно-Ферганский и Северо-Ферганский разломы древнего заложения являются на новейшем орогеническом этапе развития важнейшими сейсмогенерирующими структурами.

В Центральной Азии наиболее сейсмоактивным катастрофическим районом является Ферганская депрессия. Исходя из схемы сейсмического районирования, территория Ферганской котловины подразделяется на 8-балльные и 9-балльные сейсмические зоны. Здесь имеют место ощутимые 6-7-балльные толчки, а также два значительных землетрясения – Исфаринское (произошло в 1966 г.) с магнитудой 6,9 и Кайраккумское (произошло в 1985 г.) с магнитудой 7,2.Таким образом, исходя из сейсмологических данных, в настоящее время Южно-Ферганский разлом является активным, и можно сделать предположение, что в будущем в нём возможны мощные землетрясения.

Результаты многолетних исследований [59-61] доказывают связь землетрясений в Таджикистане с крупными длительно развивающимися краевыми разломами, которые сформировались на новейшем этапе геодинамического развития. Учитывая длительность развития тектонических зон, контрастность движения по ним, в Таджикистане выделены три категории разломов различной степени сейсмической опасности. Полосы вдоль разломов трёх категорий в первом приближении соответствуют зонам, где могут возникать соответственно 9-, 8- и 7-балльные землетрясения.

К наиболее сейсмоопасным разломам первой категории отнесены Южно-Таджикский (Вахшский), Северо-Памирский (Дарваз-Каракульский), Центрально-Памирский (Танымакский) и Южно-Памирский (Пшартский). Центральная часть Таджикистана отнесена к зоне наивысшей сейсмичности (9баллов). К северу и югу от неё расположены зоны с сейсмичностью в 8 и 7 баллов.

Микросейсмические и инструментальные наблюдения позволили выделить две эпицентральные зоны [59, 60, 80, 81, 82,103,126] – Южно-Тянь-Шаньскую и Памиро-Гиндукушскую. Южно-Тянь-Шаньская зона прослеживается серией эпицентров вдоль северной границы Южно-Таджикской депрессии и имеет значительную протяжённость. Наиболее активная её часть расположена в зоне сближенияс Дарваз-Каракульским разломом. Северная ветвь её протягивается до эпицентра Каратагского землетрясения, а южная - вдоль реки Вахш, значительно затухая в среднем её течении. Южно-Тянь-Шаньская зона пересекается в субширотном направлении Вахшским и Дарваз-Каракульским разломами. Памиро-Гиндукушская эпицентральная зона с глубиной очагов сильных землетрясений 100-300 км расположена юго-западнее г. Хорога, в 150-200 км от государственной границы, в северных отрогах Гиндукуша. От основной зоны ответвляется полоса, пересекающая Памир с юго-запада на северо-восток. Памирская ветвь отличается меньшей сейсмической активностью. Однако и здесь наблюдаются землетрясения повышенной силы (Сарезское, Таш-Курганское и др.). Зона контролируется двумя разломами: Центрально-Памирским и Южно-Памирским. Эпицентры отдельных землетрясений расположены за пределами описанных двух эпицентральных зон. К их числу относятся Истаравшанское землетрясение, а также эпицентры отдельных землетрясений центральной части Таджикской депрессии.

Подлинными катастрофами [101-103, 126] были землетрясенияв Южно-Тянь-Шаньской эпицентральной зоне: Каратагское, Файзабадское, Хаитское; в Памиро-Гиндукушской эпицентральной зоне: Кафдонское, Кульское, Каратегинское, Арганкульское, Сарезское, а вне эпицентральных зон отмечены Истаравшанское, Душанбинское, Пархарское и др.

Каратагское катастрофическое землетрясение 21 октября 1907 г. силой 9-10 баллов наиболее сильно проявилось на юго-западных отрогах Гиссарского

хребта, где пострадали 150 кишлаков и погибло более 1000 человек. Глубина очага составляла 5-30 км. Это землетрясение относится к сильнейшим в мире; сопровождалось развитием крупных обвалов на горных склонах и связывалось с движениями по молодым крутопадающим разломам широтного простирания.

Природные особенности геодинамических опасностей землетрясения, произошедшего 12 января 1943 года, были следующими.Эпицентральная зона землетрясения силой 8-9 баллов располагалась вдоль окраины склона Гиссарского хребта. Разрушения отмечались более чем в 400 населённых пунктах. Последующие толчки (сотрясения) силой 4-5 баллов 18 июня 1943 г. вызвали смещение крупного оползня лёссовидных суглинков длиной 2 км при ширине 0,7 км. По мнению исследователей и статистическим данным [32,34-36,73,81,101-103], это землетрясение вызвало нарушение режима грунтовых вод, скопление их в период весенних дождей, что способствовало оползанию суглинков при повторном слабом толчке 18 июня 1943 г.

8 и 10 июля 1949 г. произошли Хаитские землетрясения, имеющие магнитуду 7-8 баллов - первое, 9-10 баллов - второе, с эпицентром на южных склонах Каратегинского хребта. Распространившиеся от эпицентра сильные сотрясения послужили причиной разрушения многих населённых пунктов.

Землетрясения Памиро-Гиндукушской зоны также вызывали разрушение многих населённых пунктов и сопровождались сходом с горных склонов земляных лавин и каменных обвалов. Так, 18 февраля 1911 г. произошло 9-балльное Сарезское землетрясение, сопровождавшееся колоссальным горным обвалом, в результате которого возник Усойский завал - величайший из всех завалов на земном шаре за историческое время. Для определения экологической устойчивости Сарезского озера была организована научная экспедиция в 2009 году.

Самое сильное землетрясение с очагом в земной коре на территории Средней Азии произошло на Северном Памире близ пос. Гарм (1966 г.). В Гар-

ме землетрясение ощущалось силой в 6-7 баллов. В эпицентральной зоне этого землетрясения за 1966 г. возникло около 20 афтершоков.

На территории Таджикистана располагались эпицентры и самых сильных землетрясений за 1968-1969 гг. Это землетрясение на Южном Памире 19 октября 1968 г. вблизи высокогорного оз. Яшиль-Куль с многочисленными афтершоками; Гармское землетрясение 22 марта 1969 г., произошедшее вблизи границы Северного Памира и Южного Тянь-Шаня, в отрогах хребта Пётр I, которому предшествовало 10 афтершоков. В том же году 28 августа в районе Северного Памира произошло землетрясение близ высокогорного оз. Кара-Куль. Интересно отметить «живые» разломы, примером которых могут служить Каратаусский и Сарсарякский. В период 7-балльного Байпазинского землетрясения 5 января 1966 г. в результате подвижек по этим разломам произошли деформации (трещины) железобетонных стенок туннеля Вахш-Яван. Подвижки по трещинам продолжались многие годы, что фиксировалось по установленным меркам. Землетрясения сопровождались крупными обвалами скал, оползнями и образованием трещин на лёссовых склонах.

По данным Комитета по чрезвычайным ситуациям при Правительстве Республики Таджикистан, в течение 1998-2007 гг. на территории Таджикистана землетрясения силой до 7 баллов произошли в следующих районах: Дангаринском (3 сентября 1998 г.), Гиссарском (27 марта 1999 г.), Фархорском (31 октября 2000 г.), Рогунском (9 января 2002 г.), Кумсангирском (29 июля 2007 г.), Исфаринском (8 января 2007 г.), Вахдатском (15 февраля 2007 г.), Раштском (22 июля 2007 г) районах [18, 85]. Хотя интенсивность землетрясений не была высокой, разрушения были значительными.

1.3. Факторы, определяющие развитие оползневых и обвальных процессов

Геодинамическим особенностям проявления оползневых и обвальных процессов посвящены работы исследователей С.А. Буланова [37], Н.П. Костенко [75], Е.В. Кюль [77], П. Ридера [89], В.А Санькова [91], Э.М. Сергеева [92-94], А.В. Сидоренко [95], Ю.Г. Симонова [96] и др. Указанные учёные гидрогеологические, геодинамические и техногенные факторы, которые оказывают влияние на развитие снежных лавин, селей, горных обвалов, оползней на примере Гарм-Сурхобской геодинамической зоны.Для данной территории проведено районирование и изучена зональность формирования опасностей. В.П. Лозиевым и В.И. Преснюхиным [98, 99] проведена оценка устойчивости для северных склонов хребта Петра I. Авторы доказывают значительную гравитационную неустойчивость и опасность склонов указанной территории.Также ими отмечается, что современные геодинамические движения отражают суммарный эффект событий экзогенного и эндогенного происхождения. Авторы также в качестве рекомендацию предлагают проведение инструментальных наблюдений для дифференцирования данных о гравитационных и сейсмических явлениях, что позволит проводить количественные прогнозы скорости оползневых смещений.

Данное мнение подтверждается М.А. Бабаевым [22], С.А. Булановым [37], А.Н. Каюмовой [63-65], А.И. Спиридоновым [100], работы которых посвящены вопросам снижения риска в горных территориях за счёт оценки сейсмической опасности. Они также считают, что вторичные последствия землетрясений вызывают значительный материальный ущерб и уносят большое количество человеческих жизней. Также авторы предлагают оценивать сейсмическую опасность горных территорий, разделив карты сейсмоопасности на участки или зоны возможных проявлений обвальных явлений. Также составлена карта обвальных яв-

лений и оползней на территории Республики Таджикистан, согласно которой обвалы и оползни подразделяются на такие, как неустойчивые геодинамические территории, несущие потенциальную угрозу населённым пунктам, способные перекрывать долины рек, неустойчивые потенциально, действующие (таблица 1.2)

Таблица 1.2 - Количество оползней и обвалов в Таджикистане

Оползни				
Дей-ствую-щие	Неустойчивые потенциально	Способные пере-крывать долины рек	Несущие угрозу населённым пунктам	Неустойчивые геодинамические территории
1600	6600	480	-	230
Составлена по материалам: Охрана окружающей среды в Республике Таджикистан при Президенте РТ (статистический сборник).				

Обвальными геодинамическими явлениями считаются склоновые гравитационные процессы, которые проявляются в разрушении отдельных участков горных пород в определённых массивах. Обвалы являются кратковременными явлениями, однако достигают больших скоростей передвижения, когда скорости смещения пород достигают несколько сотен метров в секунду. Для обвальных процессов существует классификация, где они делятся на обвалы и вывалы (по виду деформаций), где понятие «вывалы» - это процесс выпадения из крутых обрывов и откосов отдельных камней, глыб и конгломератов. Имеются также другие классификации обвальных процессов, когда эти процессы делятся на: осыпи, обвалы, лавины – снежно-каменные или обломочно-глыбовые. Для оползней также применима классификация по составу пород: обвалы делятся на

земляные, каменные, скальные, смешанные, а по объёму обрушений – малые (не более 200 м^3), средние (сотни м^3), крупные (тысячи м^3), по виду обрушений - камнепады (скатывание или падение камней).

Также геодинамические исследования нами производились на южных склонах Кураминского, Туркестанского, а также северном склоне хребта Петра I на левобережье реки Сурхоб, которые сложены легкоразмываемыми пёстроцветными породами мезокайнозоя и лессовидными суглинками.

Здесь развиты десятки овражных врезов глубиной до 75-450 м, рассекающие пологие склоны, обращённые к долине р. Сурхоб. Происходящие геодинамические катастрофы отличаются исключительной активностью. Установлено, что с 1 км^2 такого оврага за год в среднем выносится 250-550 тыс. м^3 горных пород. При этом площадь оврага возрастает на несколько сотен м^2. Зарождающиеся в оврагах катастрофические сели наносят большой ущерб, разрушая дороги, селения и сельскохозяйственные угодья.

Как отметил С.А. Буланов [37], сотрудник Института географии РАН, развитие гигантских оврагов происходит в несколько стадий, закономерно сменяющих друг друга. Первая стадия начинается с заложения инициальных борозд – разорванных звеньев будущей овражной сети. Вторая стадия ознаменована резкой перестройкой процесса оврагообразования, связанной с геодинамическими процессами второй эрозионной волны. На третьей стадии геодинамического процесса за короткий промежуток времени формируются врезы глубиной в несколько сотен метров. В этом отношении на левом берегу р. Сурхоб сложилась исключительная геодинамическая обстановка: в оползневое движение на бортах вреза могут вовлекаться скальные блоки размером 10000 м^2 и более, на развитии оврага отчётливо сказывается воздействие сейсмического фактора (рисунок 1.4).

Рисунок 1.4 - Схематическая карта геодинамических процессов и явлений, происходящих на территории Северного Таджикистана (разработана С.Абдурахимовым, 2014 г.)

Геодинамические обвальные процессы проявляются чаще и более активно в горных территориях Таджикистана, где имеются склоны, сложенныегорными скальными породами. Устойчивость обвальных склонов снижается из-за таких

природных явлений, как землетрясения, экзогенные процессы, выветривание, эрозии, оползни, селевые потоки, таяние снега и выпадение осадков (рисунок 1.5).

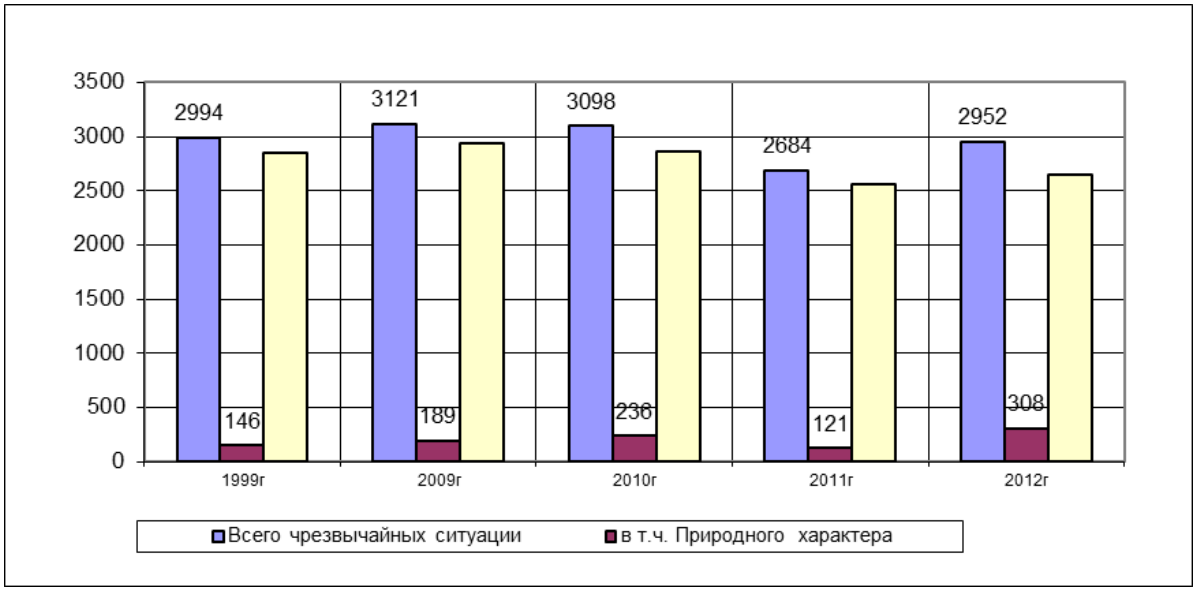


Рисунок 1.5 – Динамика развития природных опасностей (за период 1999-2012 гг.).

Многолетние наблюдения за обрушением части горных пород в горах Моголтау показали, что геодинамической активности разрушения горных пород в сухом и жарком климате способствуют также изредка выпадающие дожди, носящие в большинстве случаев характер ливней. Быстрое охлаждение горных пород, вызываемое дождями, приводит к неравномерному сжатию составляющих их минералов и распадению пород на обломки. Геодинамические процессы вызывают механический распад горных пород на обломки, это происходит вследствие быстрого изменения объёма поверхностных частей пород и последующего их растрескивания под влиянием резких суточных колебаний температуры, замерзания и оттаивания воды в трещинах. Трещины в горных породах бывают различного происхождения: первичные, связанные с условиями образования пород, и вторичные, возникающие в результате геодинамических движений. К

начальным геодинамическим трещинам в осадочных породах Туркестанского хребта относятся, например, трещины напластования (глинистые сланцы), отделяющие один слой от другого. В магматических породах Курамино-Моголтауского региона контактные трещины образуются при сокращении объёма в результате остывания породы. Каждая порода обладает своей геодинамической системой трещин. Так, для магматических пород Северного Таджикистана, например, для базальтов, характерна столбчатая отдельность, для гранитов - матрицевидная или плитчатая, для некоторых диабазов - шаровая и т.д. Для не выветренных магматических пород трещины представляют собой сплошные массивы. В геодинамическом процессе начинают четко вырисовываться трещины отдельности, по которым горная порода разрушается, а затем уже глыбы под влиянием колебаний температуры подвергаются геодинамическому, то есть дальнейшему раздроблению и измельчению.

Динамика геодинамических процессов, особенно выветривания осадочных пород, может быть характеризована через скорость процесса выветривания [32, 52,107, 108] по формуле:

$$H \simeq a\sqrt{t-t_0} \text{ при } t_0 \leq t \leq T,$$

где:H – мощность зон выветривания;

a – эмпирический коэффициент, численно равный мощности соответствующих зон, сформировавшихся за один год, или иначе – средней скорости выветривания в местах за год;

t-версия на данный момент после начала выветривания;

t_0-время проявления первых признаков выветривания;

T-время, необходимое для формирования молодой коры выветривания «полного профиля».

Материалы полевых исследований в районах Нусур и Барчидав показали, что в них особенно велика геодинамическая разрушительная роль замерзающей

воды. Вода, попадая в поры или трещины горных пород, замерзает, увеличивается в объёме примерно на 10%, производя при этом огромное давление на стенки трещин. Такая геодинамическая сила легко преодолевает сопротивление горных пород на разрыв, и они раскалываются на отдельные обломки. Это геодинамическое явление часто называют морозным выветриванием. Необходимыми геодинамическими предпосылками для его осуществления являются: наличие в породах пор и трещин, наличие воды и соответствующие температурные условия. Наиболее интенсивно наблюдаются частые колебания температуры около точки замерзания воды в высокогорных районах Памира. Здесь встречаются (по тропинке к озеру Сарез) огромные пространства, сплошь покрытые обвальными обломками горных пород различных размеров, представляющие собой глыбовые и щебнистые развалы или целые «каменные моря», являющиеся результатом морозного воздействия и представляющие огромную геодинамическую опасность Пянджскому водосборному бассейну.

Отметим, что геодинамические процессы, как климатические, так и механические, вызывают обвальные разрушения, дробление горных пород на отдельные части различной величины в горных и предгорных районах Таджикистана. В основном в вертикальном разрезе обвальные геодинамические опасности по территории Таджикистана разделены по степеням дробления отдельных обвальных горных пород.

При проведении экспедиционных работ [3] в районе селений Нусур и Басид произошёл обвал, перекрыв дорогу на протяжении около 500 м в долине реки Бартанг. Мы были свидетелями отрыва крупных глыб от основных масс горных пород на левобережном крутом склоне р. Бартанг. Было изучено их перемещение вниз по склону и определено, что обвал произошёл из-за трещин склона, которые имели направление с юго-запада на северо-восток, по которымпроисходил отрыв горных пород и их обрушение в р. Бартанг. Срыв пород проис-

ходил по ровным поверхностям, которые располагались на крутых склонах (крутизна местами превышала 45°). При крутизне склонов 78° на склонах отмечались нависающие карнизы. Породы обвала были представлены крупными обломками горной породы, которые были образованы обрушениемболе значительных по размеру блоков горных пород, при этом происходило их дробление на менее крупные части. Данный обвал произошёл в результате нескольких факторов, наложившихся друг на друга, в частности, интенсивного физического выветривания, глубоких трещин в горных породах, естественного увеличения крутизны склонов, падения пластов раздробленного материала по направлениюк руслу р.Бартанг и, наконец, строительство на данной территории автомобильной грунтовой дороги. Обвальный склон в своей верхней части представлял собой стенку срыва, являлся сложенным склоновыми горными породами отвесным уступом.Склон в нижней части и подножие склона представляли обвальный шлейф, имеющий снижающуюся неровную бугристую поверхность, образование которой происходило непосредственно на берегу реки за счёт хаотичного распределения обвальных масс. Устранение последствий обвала и расчистка автомобильной дороги от обвальных масс заняла по времени 12 дней.

Обвальные массы включали обломки тех же горных пород, которые выступали на стенках срыва. Основная масса пород представляла собой каменисто-щебнистые образования, угловатой формы, беспорядочного расположения и обломки различныхразмеров.

Лавины, осыпи, камнепады и обвалы играют существенную роль в денудации склонового водосбора р. Бартанг, который равен более 0,20 мм в год. Также мощным фактором, который оказывает влияние на устойчивость склонов, являются гравитационные силы. Следовательно, глыбы горных пород и скопления наносов не имеют достаточно надёжного упора, в результате чего стремятся вниз по склонам под действием своего веса.Внезапные резкие подвижки матери-

ала в сочетании с их необратимым медленным перемещением приводят к образованию грубообмолочных потоков и обвалов. Этот процесс настолько опасен, что необходимо много средств и времени, чтобы предотвратить эти катастрофические явления. Следовательно, можно сделать вывод, что основные причины произошедшего обвала на крутом участке р. Бартанг – это густая сеть трещин в породах; слабое сцепление зёрен в делювиальных осадках, повышенное гравитационное давление; смещение пород в сторону склонов, продольно потенциальным плоскостям скольжения.

Массыпород, представленные грубыми обломками, заполняютмежгорные и краевые прогибы, были сформированы в орогенной стадии развития складчатых структур. На склонах р. Бартанг скопилось большое количество грубощебнистых, грубообломочных обвальных и осыпных накоплений. Они сосредоточены у подножий крутых склонов, где накопились за счёт смещения вниз по склонам продуктов разрушения горных пород, и слагаютнижние склоновые части. Такие явления наблюдаются между населёнными пунктами Разуч и Ровуч, Еми и Шучанд, Барчидав и Сарезским озером.

Как показали наблюдения, геодинамические экзогенные процессы образуются за счёт постоянных обвалов незначительных по величине обломков, образующихся в результате выветривания скальных пород. На крутых склонах, имеющих угол падения больше 35°, происходит образование осыпей. Они также формируются в результате естественного увеличения крутизны склонов и интенсивного выветривания горных пород.

Из-за обрушения и выветривания крутых участков скалистых склонов на отрезке более 40 км произошло образование желобов камнепадов и ниш, из которых происходит отрыв каменных масс. Скапливаясь в устьях ниш и желобов, движущиеся обломочные материалы образует конусы осыпей, с постоянно растущими вершинами, а основания осыпей полукругами скапливается у подно-

жийсклонов. Скальные породы образуют осыпи, состоящие в основном из щебня, валунов и глыб, незначительного количества мелкозернистых материалов. Щебень и мелкие глыбы скапливаются в верхней части осыпи, а крупные глыбы – в нижней части осыпей, в их основании. Распределение по размерам обломков связано с тем, что мелкий материал по сравнению с крупными глыбами испытывает относительно большее трение. Большие крупные обломки, падая со склонов, по инерции скатываются с поверхности осыпи намного дальше мелких обломков. Таким образом, на нижних частях склонов и у их подножий образуются наносы, вызванные влиянием силы тяжести, смыванием с верхних частей склонов разрушенных горных пород за счёт текучести грунта, морозного выветривания, талых снеговых вод и дождевых потоков.

Рыхлые образования и межгорные пониженности с большими мощностями, расположенные между пос. Барчидав и Нусур, являются продуктами разрушения горных пород, которые были вынесены ледниково-водными потоками. После слияния данных выносов, имеющих тенденцию накопления, происходит образование конусов выноса.Механический состав обломочных материалов изменяется от вершины конуса выноса к подножию - от крупных обломков каменных глыб, щебня, гальки, песка и глины до более мелких обломков.

Изучаемая территория представлена лавинным рельефом, который сформирован потоком глыб и щебня за счёт обрушения обломочных материалов. Кроме того, данный рельеф развился в связи с интенсивным выветриванием пород, сейсмическими толчками, значительной крутизной склонов. Верхние части горного скалистого рельефа образованы линейно вытянутыми понижениями, лавинно-денудационными формами, которые сходятся в общем канале стока лавины. Для щебнистых лавин уклон обычно составляет 40- 45°.

Как показали полевые исследования, значительная часть территории является пониженной, в местах тектонических прогибов, впадины имеют денудаци-

онное происхождение. Активности прогибания и интенсивности денудации влияют на мощностигорных аккумулятивных пород. Аккумуляция подразделяется на следующие виды: озёрная, гравитационная, речная, ледниковая. Геодинамические структуры также оказывают влияние на сложность рельефа, кроме того, влияние оказывают и следующие факторы - интенсивность и характер воздействия внешних сил, степени устойчивости пластов, слагающих структуру, их стойкость и мощность.

Исходя из вышеизложенного, можно констатировать, что на территории Западного Памира в условиях нисходящего развития рельефа происходит интенсивное образование пенепленов, и экзогенные рельефообразующие факторы преобладают над эндогенными факторами.

Интенсивное образование пенепленов способствует постепенному уменьшению относительных горных высот, выравниванию склонов. Известно, что на Памире в 1911 году произошло схождение наиболее крупного оползня (его объём составил 2,2 млрд. м^3), вызванное 9-балльным землетрясением. Оползневые массы полностью перекрыли долину реки Мургаб и произошло образование Сарезского озера с максимальными глубинами около 500 м.

Обвал получил название Усойского по имени погребённого под ним кишлака, а землетрясение являлось одним из нескольких катастрофических за последние почти 100 лет в Таджикистане, а озеро получило название по имени самого крупного кишлака в районе эпицентра.

Объем обвала – 2,2 млрд. м^3, масса обвала - 6 млрд. т, длина обвала - 5 км, средняя ширина обвала – 3,2 км, площадь обвала – 10,8 км^2, высота обвала от дна озера - 567 м, высота самой низкой точки от уровня озера - 38 м, максимальная высотная отметка обвала - 3496,1 м, минимальная - 2963,3 м,абсолютная отметка самой низкой части обвала в правом примыкании – 3290-3300 м, разность высот между уровнем озера и местным выходом воды через завал в каньон -

148,2 м, расстояние от верхнего бьефа до головы каньона – 1700 м, количество родников - 57.

Сарезское озеро: длина озера - 55,8 км, абсолютная высота зеркала озера - 3263 м, максимальная ширина озера - 3,3 км, максимальная глубина озера -500 м, максимальный объём воды в озере -16,074 км^3, приходная часть баланса - 47,1 м^3/с=1487 млн. м^3/год, расходная часть баланса - 47,7 м^3/с=1505 млн. м^3/год.

Высокогорное Сарезское озеро, возникшее при сходе оползня в р. Мургаб, образовывалось на протяжении трёх лет.Также катастрофические последствия вызвали такие крупные обвалы и оползни, как Хаитский (1949 г.), Айнинский (1964 г.), Кайраккумский (1985 г.), Гиссарский (1989 г.).

После Кайраккумского землетрясения, произошедшего в 1985 г., на севере Таджикистана на левом берегу р. Сырдарьи (пос. Куптулук) произошёл оползень, материалами в котором являлись глинистые песчаники неоген-четвертичных отложений, а также суглинки мощностью не менее 15 м. Для Кайраккумского оползня амплитуда смещения была равна ~15 м, которая снижалась в нижней части до ~1,5 м. В зоне смещения длина оползня составляла 950 м, ширина верхней части – 70 м. Грунт оползня насыщался подземными водами в линейном направлении (с востока на запад), поскольку в стенку срыва выходило большое количество родников, расположенных линейно (12 Куптулукских родников). Сместившиеся материалы оползня продвинулись по второй надпойменной террасе р. Сырдарьи на глубину 800 м, образовавзавал мощностью 1,2 м вытянутой формы.

Ягнобский оползень-обвал расположен в 2-х км западнее устья реки Марзич. Рельеф района глубоко расчленённый, что связано с интенсивными новейшими поднятиями. Относительные превышения почти на всём протяжении долины достигают 1500-1800 м. Борта долины с крутыми, местами почти отвесными, склонами. Сохранились фрагменты плеч отрогов на высотах 500-600 м и 60 м

над уровнем реки. Нижняя часть склонов сложена массивными серыми доломитизированными известняками лудловского возраста с направлением падения пластов в сторону реки под углом 60-70°; на правом борту выше залегают визейские мрамороризованные розовые известняки. Породы рассечены почти вертикальными разломами северо-восточного простирания сдвигового характера. Ширина зон смятия - 50-100 м, зон дробления - 5-10 м. Выше по реке от оползня-обвала по левому борту установлен разрыв верхнеплейстоценового отрогового плеча и цоколя эрозионной террасы с амплитудой вертикального смещения 15-20 м. Согласно карте сейсмического районирования, участок входит в зону, где возможны землетрясения силой в 8 баллов. В пределах участка устанавливаются следы верхнеплейстоценовых моренных и флювиогляциальных отложений.

Наиболее ранним смещением является обвал в западной части района, представленный глыбами и щебёнкой лудловских известняков с супесчаным материалом в промежутках. Глубина захвата 30-40м. Объём смещённого массива - 1-1,5 млн. м^3. При таком небольшом объёме река не могла быть перекрытой длительное время. Обвалы объёмом по 100 тыс. м^3 неоднократно происходили в 200 метрах выше по течению реки от существующего оползнево-обвального смещения [3]. Их тела погребены под аллювиальными и озёрными накоплениями.

Оползнево-обвальное тело, прикрывающее реку Ягноб, представлено глыбами лудловских и визейских известняков размерами до 20 м. Ниже расположена бровка на правом берегу реки Ягноб на высоте 500 м над рекой. Высота тылового уступа ниже 120-150 м. Его бровка совпадает с уровнем верхнеплейстоценового плеча отрога. Ширина сорванного плеча - 20-30м. Река была полностью перекрыта перемычкой высотой около 80-100 м. Образовалось длительно существовавшее озеро, в котором отложились запрудные накопления мощностью в 30-50 м.

На первом этапе происходили переливы через гребень плотины, на месте которого затем образовался врез; со временем увеличился вынос глинистого и песчаного материала в зоне вреза, что и способствовало спуску озера. Вверх по реке озеро распространялось на 3-4 км. Это устанавливается по наличию здесь запрудных отложений – суглинков и песков.

В период существования озера происходили отдельные обрушения берегов водохранилища, вызывавшие горизонтальную слоистость запрудных отложений.

Образованию оползня-обвала способствовало наличие литогенетической и тектонической трещиноватости. Отрыв скального массива произошёл по тектоническим трещинам, а его скольжение – по трещинам напластования. Сохранившаяся ступенчатость ниши отрыва свидетельствует о том, что смещение происходило по нескольким трещинам, ориентированным параллельно склону. В результате последующего обрушения скальный массив потерял структурное единство и был раздроблен. Образование в основной нише смещения обвала объёмом 0,5 млн. м^3 было связано с дальнейшей разгрузкой пород в стенке ниши в зоне разлома.

Выводы по первой главе

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотренные выше обвальные и оползнево-обвальные явления типичны для высоких склонов Центрального Таджикистана и однотипных районов, сложенных карбонатными толщами палеозоя.

2. Ягнобское перекрытие реки представлено единовременным смещением оползнево-обвального массива объёмом около 10 млн. км^3, в нише которого впо-

следствии произошёл сравнительно небольшой обвал, который не перекрывал реку.

3. Основной причиной возникновения на участке ряда обвалов и оползневого обвала является наличие ослабленных зон по линиям разломов и неотектоническая подвижность района.

4. Переуглублённое русло р. Ягноб выше запруды выполнено озёрными накоплениями: суглинками и супесями мощностью до 10 м.

Обвалы и оползни-обвалы происходят под воздействием геодинамических процессов, зависят от условий залегания пород и глубины захватаосновных пород. В скальных породах обвалы происходят более часто, но отличаются сравнительно незначительными объёмами (не более 1,0 млн. м^3) [3, 99]. Выявлено, что на территории Матчинского и Айнинского районов, на правобережье р. Зеравшан происходит обрушение оснований древних осыпей и бортов древних террас на территории Горно-Матчинского административного центра (пос. Мехрон) и в Айнинском районе (между пос. Похут и Рарз), связанное с подмывом рек, а также сосклоновой эрозией водотоков (временных и постоянных). В водосборном бассейне р. Зеравшан за последние 70 лет зафиксированы более ста оползневых участков: Ягнобский, Сангистанский, Урметанский, Айнинский и др.,отличающиеся тем, что их развитие происходит на поверхностях подстилающих отложений палеозойского периода. При смещениионползни захватывают коренные породы (пос. Мехрон), их движение направлено в русло р. Зеравшан.

Широкое развитие получили оползне-обвальные процессы на Западном Памире. Это объясняется глубоким расчленением рельефа, характерным для Западного Памира, климатическими условиями, орографией, сложностью и неоднородностью геоморфологического, геологического и тектонического строения, характером новейших движений, высокой сейсмичностью и прочими особенностями.

Изучение различных типов оползней, в том числе в лёссовых породах, причин образования, разработка научно обоснованных критериев, оценка и прогноз устойчивости оползневых склонов, оценка роли геодинамической опасности в образовании оползней важны для обоснования вертикальных зон территории Таджикистана.

Недостаточность разработки такого направления исследований при геодинамической оценке устойчивости склонов выявилась при анализе многих прогнозов, образования катастрофических оползней. Проведённые работы на Шарлакском оползневом участке (южный склон Кураминского хребта) показывают, что на оползневую устойчивость склонов значительное влияние оказывает степень обводнения лёссов, при возрастании которой происходит резкое снижение их прочности, наиболее значительное в инертном состоянии между нижним и верхним пределами пластичности; геодинамическое воздействие приводит к разжижению лёссов и резкому уменьшению их прочности.

ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЭНДОГЕННЫХ И ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

2.1. Сейсмически активные территории и последствия опасных неустойчивых процессов

От землетрясений на Земле за период последних 500 лет погибло около 5,3 миллионов человек, что составило примерно 11 тысяч человек каждый год[103]. В XXI веке в результате землетрясений погибли 750 тысяч человек, что составило в среднем 47 тысяч человек каждый год. По данным (с 1900 г.), число раненых в результате землетрясений в среднем в 2,2 раза больше, чем погибших, статистика по оставшимся без крова отсутствует, но можно предположить, что их количество выше на целый порядок.

Статистика по материальному ущербу от землетрясений, в частности количество повреждённых и разрушенных зданий, начала проводиться в конце 80-х гг. прошлого века. По статистическим данным Национального центра геофизических данных США, в XXI в. землетрясениями разрушено около трёх млн. зданий и сооружений, а более девяти миллионов – получили различные повреждения.

Потери от землетрясений оцениваются в среднем каждый год в 9,2 млрд. долларов США, но данная оценка не является информативной, потому что анализируемые события являются неоднородными. Так, в 2011 годуматериальный ущерб от землетрясений составил более 239 млрд. долларов США, а в 2013 году – эти значения составляли 141 млн. долларов США.

Из всех видов природных катастроф землетрясения являются наиболее измеримыми и документированными. Около 150 сейсмографических современных станций, расположенных на территориях более 80 государств, объединены

в Глобальную сейсмическую сеть.Регистрация землетрясений на международном уровне осуществляется и контролируется на платформе Сообщества исследовательских институтов в области сейсмологии (URIS). Кроме того, в настоящее время достаточно развита сеть местных и региональных сейсмических станций, однако некоторые из них не имеют возможности полноценно проводить сейсмические испытание по объективным причинам.

Впервые детальные исследования сейсмичности на территории Таджикистана (Душанбинского-Вахшского и Гармского районов) были проведены Таджикской комплексной сейсмологической экспедицией. Значительные вариации при исследовании сейсмического режима территории Таджикистана были получены в работах А.П. Кагова, В.Н. Гайского, К.М. Мирзоева [59, 60, 71,73]. Эти авторы показали, что сейсмический процесс можно представить, как совокупность двух процессов: простого или стационарного, составленного независимыми землетрясениями, подчиняющимися законам Луссона; более сложного, составленного взаимосвязанными, то есть групповыми землетрясениями на фоне стационарного. Групповые землетрясения составляют значительную часть от общего числа толчков – около 60%, то есть процесс группирования является одним из важнейших факторов пространственно-временного распределения землетрясений.

В настоящее время существует многообразие методов по выявлению групповых землетрясений, которые разработаны учёными- А.Н. Каток, В.Н. Гайский, Н.С. Грозник, А.А. Гусев, В.И. Кейлис-Борок, Е.В. Вильковый, А.Г. Каменобродский, А.Г. Прозоров, Д. Прохазкова и др. Имеются работы по выделению и изучению групповых землетрясений и в регионах Средней Азии, Узбекистане – М.Т. Усмонова, Туркменистане – Б.С. Карнев,Т.В. Звонкова [56, 57]. Каждый из этих методов имеет свои особенности и недостатки.

Землетрясение – это сотрясение поверхности и недр отдельных участков Земли, вызываемое, в основном, внезапным, быстрым смещением крыльев существующих или образующихся тектонических разрывов, которые способны передаваться на большие расстояния, среди которых катастрофическими являлись: Сарезское – 1911 г., Хаитское – 1949 г., Кайраккумское – 1985 г. и т.д. Процессы в очаге землетрясения в основном недоступны для прямых измерений (рисунок 2.1).

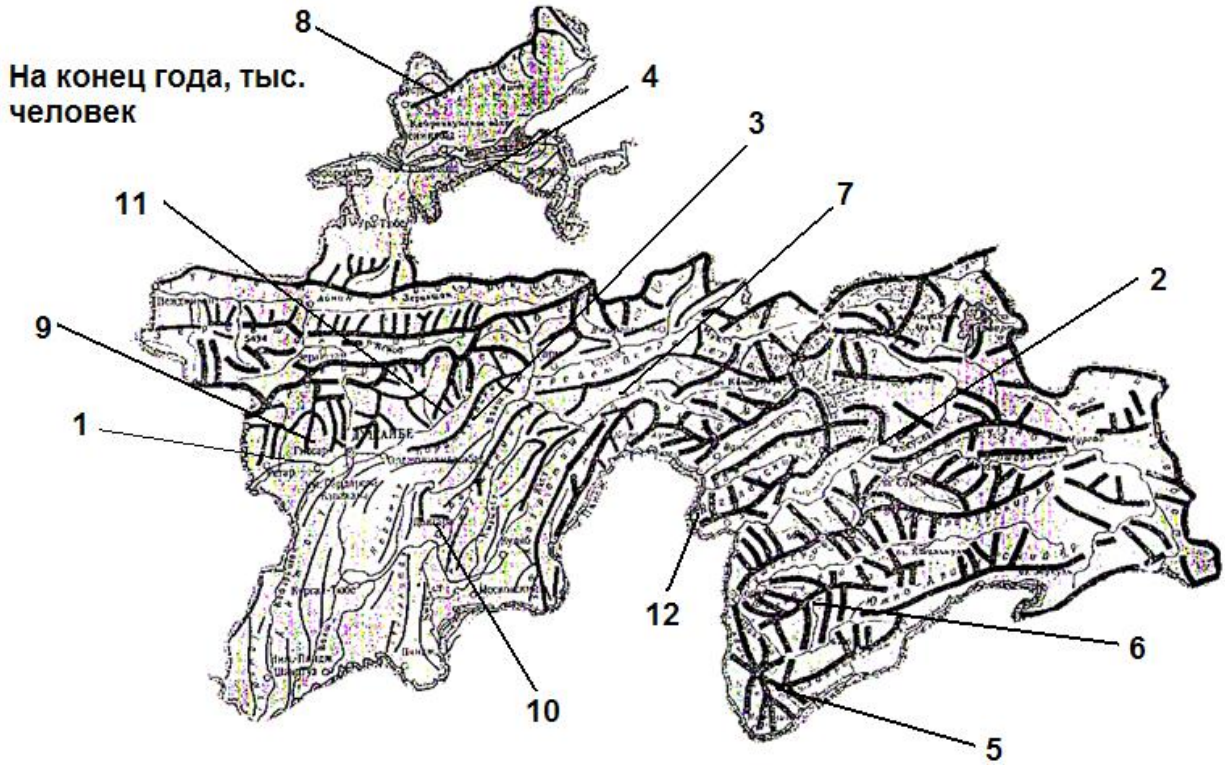


Рисунок 2.1 - Основные центры сейсмических катастроф XX и начала XXI вв. в Таджикистане (по данным Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан) (1 - пос. Каратаг, 1907 г.; 2 – оз. Сарез, 1911 г.; 3 - пос. Хаит, 1949 г.; 4 – г. Исфара, 1966 г.; 5 – южный Памир, 1966 г.; 6 – пос. Яшилькуль, 1068 г.; 7 – пос. Гарм, 1969 г.; 8 – г.Кайраккум, 1985 г.; 9 – пос. Гиссар, 1989 г.; 10 – г. Дангара, 1998 г.; 11 – пос. Рашт, 2007 г.; 12 – пос. Рушан, 2015 г.).

Поэтому для определения местоположения сейсмических очагов и изучения их свойств используется регистрация изучаемых при землетрясении объёмных сейсмических волн – продольной(P) и поперечной (S), а также возбуждённых ими в земной коре поверхностных волн, волны LQ и Рэлея LR. По наблюдениям сейсмических станций определяют точку, где началось вспарывание разрыва. Эта точка называется гипоцентром землетрясения, проекция гипоцентра на поверхности земли - эпицентром землетрясения, на практике используется его магнитуда (M или T). Под магнитудой понимается логарифм отношения максимального смещения земной поверхности в волне данного типа или максимальной скорости смещения к аналогичной величине для землетрясения, магнитуда которого условно принята равной нулю.

Классификация землетрясений по магнитуде введена в 1935 г. американским сейсмологом И. Рихтером применительно к территории Калифорнии (США), в начале 40-х гг. прошлого столетия она применена Б. Гуттенбергом и И. Рихтером для энергетической классификации землетрясений всего мира. Для расчёта M используют эмпирический закон изменения максимальной амплитуды, сейсмические волны (A) или скорость колебаний (A/T) с эпицентральным расстоянием (Δ), что есть расстояние до эпицентра землетрясения, так, например, магнитуду можно рассчитать по калибровочной функции[106, 107, 112]:

$$M=\lg\underline{A}+Q_{A/T}(A),$$

где T – период волны.

Максимально известное значение M приближается к 9,0. За год на Земном шаре в среднем происходит по одному землетрясению с $M \geq 8{,}0$; более 10 землетрясений с M = 7,0-7,9; более 100 = 6,0-6,9; 1000 – с M = 5,0-5,9; 10000 землетрясений с M = 4,0-4,9.

На территории Таджикистана произошли сильнейшие землетрясения: Каратагское (1907 г.) с магнитудой 9,0; Сарезское (1911 г.) – 9,1; Хаитское (1949 г.)

– 8,7; Кайраккумское (1985 г.) – 8,2; Гиссарское (1989 г.) – 6,7; Рушанское (2016 г.) – 5,6.

За известный исторический период землетрясения не раз вызывали разрушения и жертвы. Например, в 1290 г. в районе Бахайвань (Китай) погибло около 100 тыс. чел.; в 1556 г. в провинции Шэньси – 830 тыс. чел.; в 1737 г. в Калькутте (Индия) - 300 тыс. чел.; в 1908 г. в Мессине (Италия) – 120 тыс. чел.; в 1920 г. в провинции Ганьсу (Китай) - 180 тыс. чел.; в Токио. 1923 г. - 143 тыс. чел.; в в Тянь-Шане (Китай), 1967 г. – 240 тыс. человек. Для оценки времени (ΔT) действия долгосрочных предвестников используется ориентировочное соотношение:

ΔT (годы) = 0,5M-2,9.

Магнитуда готовящегося толчка коррелируется также с радиусом площади предваряющих деформаций - r (км):

M = 21gr+4.5.

Для оценки интенсивности сейсмических колебаний на урбанизированных территориях в 1964 г. была предложена шкала MSK-64 [35, 91]. Она позволяет оценить силу землетрясений по произведённому ими эффекту на поверхности и имеет сходство со шкалой Меркалли-Канкани. Новейшие исследования по общему сейсмическому районированию территории Таджикистана [21, 71], указывают на то, что всю территорию общей площадью 142,8 тыс. км^2 занимают чрезвычайно опасные в сейсмическом отношении 8-9-балльные зоны.

В Таджикистане наиболее разрушительными и часто повторяющимися являются тектонические землетрясения. Основной поражающий фактор землетрясения – сейсмическая волна, расходящаяся от очага во всех направлениях. Скорость распространения продольных волн около 6 км/с, поперечных – в среднем 3,5 км/с, поверхностных – около 2 км/с.

Во всех зонах Таджикистана ежегодно регистрируется около 600 землетрясений. Отсюда можно сделать вывод о том, что вся территория подвержена риску землетрясений, а волны и колебания от крупных землетрясений распространятся по всей территории Центральной Азии. На территории Таджикистана катастрофические землетрясения вызывают сейсмогравитационные последствия. Характерными примерами таких катастрофических явленийявляются человеческие жертвы, как от самого землетрясения, так и от его последствий - камнепадов, селей, обвалов и оползней. Сюда можно отнести Каратагское землетрясение, это по сути два сильных землетрясения [103], которые произошли и в один день 21 октября 1907 г. с магнитудой 7,4 с координатами эпицентра 38,5 с.ш., 67,9 в.д. и глубиной очага 35 км. И с магнитудой 6,7 с координатами 38,7 с.ш. 68,1 в.д., глубина очага 24 км, в результате которого погибло более 10 тысяч человек.

23 января 1989 г. на территории пос. Шарора (Гиссарский район) произошло землетрясение с интенсивностью в эпицентре в 7-9 баллов, магнитуда его составила 5,5. Землетрясение вызвало оползни, разжижение лёссового грунта, а также мощный грязевой поток, в результате погибли 247 человек. Необходимо отметить, что по статистическим подсчётам землетрясение, произошедшее 23 января 1989 г., унесло около 1000 человеческих жизней.

В 1949 г. 10 июля на территории пос. Хаит (южный склон Каратагского хребта) произошло катастрофическое землетрясение. Перед землетрясением отмечались 2 форшока – слабых толчка, интервал между которыми составлял 3,5 часа. Эпицентр землетрясения находился на небольшой глубине, на территории Ясманской долины, расположенной в 10-15 км к северо-западу от пос. Хаит.

При изучении поверхностного эффекта землетрясения оконтуривают зоны одинаковой балльности. Разграничивающие их линии называются изостейстами. По скорости спада интенсивности с расстоянием можно оценить глубину очага и

землетрясения, которые связаны обратной зависимостью. Соотношение между максимальной интенсивностью землетрясений (L_0) и его магнитудой зависит от глубины очага (h) и в среднем для континентальных зон Таджикистана данное соотношение можно представить в следующем виде:

L_0+1,5M-3,5 Lgh+3,0.

Для изучения геодинамического процесса деформации в сейсмоактивных зонах частоиспользуют такую характеристику очага, как сейсмический момент M_0, который определяется, как произведение модуля сдвига среды, среднего сдвига крыльев разлома и площади разлома.

Поскольку каждое землетрясение возникает в результате почти мгновенного смещения горных пород в толще Земли, что сопровождается образованием разрыва, то, естественно, возникают вопросы, как отметил русский учёный-сейсмолог Г.П. Горшков [49].

В каждом элементарном объёме (например, в 1см^3) породы, до того как она будет разрушена, может накапливаться лишь некоторое ограниченное количество упругой энергии (около 10^3 эрг/см^3). Поэтому основное различие между сильными и слабыми землетрясениями состоит не в различиях в величине напряжений, а в различиях в объёме очага, вовлечённого в процесс напряжений, и в различиях в объёме очага, вовлечённого в процесс освобождения энергии. В качестве первого приближения можно считать, что объём очага – это вся область в недрах Земли, в которой размещается, как гипоцентр основного землетрясения, так и гипоцентры всех его повторных толчков, окружающих первый. Эту область, опять же в первом приближении, можно считать сферой и попытаться вычислить её объём. С этой целью М.Ботом и С. Дудой была предложена формула:

$$LgV = (9,58 \pm 0,51) + (1,47 \pm 0,14)M,$$

где:V- объём очага в см^3;

M - магнитуда.

Данное уравнение справедливо для землетрясений с M от 5,3 до 8,7. Вычисления показывают, что V изменяется в широких пределах от 10^{17} до 10^{22}, то есть радиус этой условной сферы изменяется от двух до многих десятков километров [49].

Что касается длины сейсмического разрыва, то она сильно меняется от случая к случаю. Г.П. Горшковым эмпирически была получена формула, связывающая длину сейсмического разрыва (L, км) с магнитудой:

$LgL= 0,5 M – 1,8$.

В соответствии с этой формулой, при M = 3L = 0,5 км, при M = 5L = 5 км, при M = 7L = 50 км и т.д. Так, для Ташкентского землетрясения (1966 г.) L оказывается равным 8 км, Ашхабадского (1948 г.) - 80 км, Гиссарского (1989 г.) – 55 км и т.д. От поверхности в глубину такие разрывы проникают обычно на меньшие расстояния, лишь в редких случаях опускаясь до верхней мантии.

В зависимости от геодинамических показателей горных пород выделены следующие скорости распространения сейсмических волн [23,32, 34, 43]:

1. Для пород коренной основы:

а) скальные, характеризующиеся внутренними жёсткими кристаллизационными связями, высокой прочностью, практической несжимаемостью, водоустойчивостью, высоким сопротивлением сдвигу. Скорость распространения продольных волн – 3000-5600 м/сек;

б) полускальные – относительно твёрдые и компактные породы, слабо сжимаемые, довольно прочные. Скорость распространения продольных волн – 2000-3000 м/сек.

2. Для поверхностных отложений:

а) крупнообломочные несвязные породы, практически несжимаемые, за исключением слабо уплотнённых разностей, невлагоёмные, водонепроницае-

мые, обладающие высокой несущей способностью. Скорость распространения продольных волн – 900-1400 м/сек;

б) песчаные сжимаемые водопроницаемые породы. Скорость распространения продольных волн – 600-900 м/сек;

в) глинистые (лёссовые), отличающиеся рыхлым сложением, слабой сцементированностью, просадочностью при замачивании. Скорость распространения продольных волн – 400-7000 м/с.

Геодинамические особенности Кайраккумского землетрясения 1985 года заключались в том, что район находится в 9-балльной зоне. В результате землетрясения, в городе Кайраккуме, в окрестных сёлах и посёлках наблюдались сильные разрушения. Многие из устоявших зданий пришли в аварийное состояние, и позже снесены. Особенно сильно пострадал ковровый комбинат (где были основные жертвы). Кишлак Куптулук полностью был разрушен. В ближайших городах - Ленинабаде (ныне Худжанд), Чкаловске, Гафурове и окрестных селах - Кистакуз, Исписар, Катаган, Самгар, Ява также были жертвы и сильно повреждены жилые дома и административные здания. Восстановление города Кайраккум после землетрясения затянулось на десятки лет, многие жители от нескольких месяцев до нескольких лет жили в вагончиках, а в пос. Сырдарьинском до сих пор аварийные дома остались повреждёнными и не снесёнными (рисунок 2.2).

Геодинамические показатели совпадают с областями проявления новейших интенсивных тектонических разломов Ферганы. Как отметил Г.П. Горшков, чтобы убедиться в правильности этого заключения, достаточно сопоставить между собой тектоническую и сейсмическую карты. Такое сопоставление вполне правомерно, ибо альпийские движения, связанные с мезозойскими и особенно кайнозойскими геосинклиналями, охватывая большие промежутки времени, продолжаются до сих пор.

Рисунок 2.2 -Прямые и косвенные последствиягеодинамических катастроф в Худжандском районе.

Однако более убедительные результаты получаются при сопоставлении данных о распределении землетрясений с новейшими и современными движениями, так как именно последние продуцируют землетрясения нашего времени.

Источником колебаний, возникающих в очаге при геодинамических землетрясениях, является механический процесс внезапного смещения земных масс под влиянием сил упругости при напряжениях, превышающих предел прочности пород. При этом тектонические напряжения накапливаются медленно, посте-

пенно, постоянно и равномерно, прерываясь внезапными изменениями в распределении сил при высвобождении энергии, в эти моменты и происходят землетрясения.

В г. Душанбе в 2009 году была проведена Международная конференция, посвящённая 60-летию со дня Хаитского землетрясения, которое произошло в 1949 году (9-11 июля) в Раштской долине Таджикистана. В работе конференции приняли участиеспециалисты из ближнего и дальнего зарубежья, занимающиеся проблемами землетрясений, представители деловых кругов мира, неправительственных и международных организаций. Основными обсуждаемыми вопросами конференции были вопросы, посвящённые снижению сейсмических рисков на территории Таджикистана, оценка катастрофического Хаитского землетрясения, произошедшего на территории Каратегинского хребта. Отмечалось, что перед основным землетрясением за 3,5 часа произошли более слабые сейсмические толчки, эпицентр которых находился на небольшой глубине в Ясманской долине, в 10-15 км к северо-западу от пос. Хаит.

Эти форшоки сами по себе вызвали катастрофические разрушения: произошёл обвал в долине р. Ясман, в долину было обрушено 2,5 млн. м^3 рыхлого грунта; также отмечался незначительный завал выше по р. Ясман. Большое количество камнепадов и обвалов отмечалось на северном склоне хребта Тахты, которые имели направление в сторону р. Сурхоб.Незначительные обвалы произошли с северных склонов хребта Бумберак. В долинах рек Оби Кабуд и Ярхич была засыпана оползнями автомобильная дорога Гарм-Хаит. В Джиргитальском районе на зданиях образовались трещины, местами выпадали углы зданий. Затем утром в 9:54 по местному времени 10 июля 1949 г. было третье по счету землетрясение, имеющее в эпицентре интенсивность 9-10 баллов по шкале MSK-64 и магнитуду 7,4. Девятибалльные сотрясения распространились на территории длиной около 60-65 км и шириной до 10 км.

Землетрясением на огромной территории были вызваны множественные селевые и оползне-обвальные явления, которыми были уничтожены пос. Хаит и более двадцатипоселений в долине р. Ясман, двенадцать кишлаков в долинах рек Сурхоб и Оби Кабуд. Длина завала вдоль долины р. Ясман составила 20 км, а ширина его в отдельных местах составляла более 1 км.

Следовательно, в окрестностях пос. Хаит произошло три толчка. Однако катастрофические последствия были вызваны третьим толчком, когда люди не успели выбежать из своих жилищ и оказались заживо погребены под завалами. Почему это землетрясение вызвало больше количество жертв? Специалисты считают, что изначально жилые дома были построены в местах потенциальных опасностей - по берегам реки, на склонах гор, на которых при возникновении землетрясений их интенсивность ещё увеличивается на 1-2 балла.

Учёные придерживаются мнения[25,34, 35], что землетрясение вблизи пос. Хаит вызвало массовые оползни и обвалы, кроме того, спровоцировало сдвиг и сход грунтовых потоков (земляных лавин), которые являются промежуточным звеном между селями и оползнями. Данное явление было вызвано тем, что в ущелье Оби дари Хавз были расположены три озера (представленные завальным типом): первое имело площадь 350 тыс. м^2 и располагалось в верховьях ущелья, два других небольшие, имели небольшие глубины, и площадь их составляла менее 1 тыс. м^2. Из этих озёр формировалась р. Оби Дари Хавз. В русло реки во время землетрясения со склонов было сброшено большое количество рыхлых пород, которые смешались с водами реки и превратились в грязевой поток, который заполнил всё русло реки, и двинулся вниз по ущелью в виде грязевого потока.

Точная последовательность событий в Хаите по-прежнему мало известна. Отчасти это объясняется тем, что разыгравшаяся трагедия не оставила свидетелей. Недалеко от места трагедии воздвигнут памятник жертвам. В районе по-

прежнему продолжаются исследования с целью изучения стихийного бедствия, а также его последствий. В связи с возникновением новой угрозы, принимается целый ряд предупредительных мер. Данная территория продолжает оставаться зоной повышенной подземной активности. В 1989 г. здесь было зарегистрировано землетрясение в 5,3 балла по шкале Рихтера, которое вызвало схождение огромного оползня. В результате этого погибли 274 человека и 30 тыс. человек лишились своих жилищ.

Необходимо учитывать, что потенциальным воздействием является вероятность проявления одного или нескольких рисков, которым характерны определённые последствия на определённых территориях. Также потенциальное воздействие можно охарактеризовать как взаимосвязь между вероятностью осуществления определённого события с заданными характеристиками и инструментальными характеристиками указанного риска (например, в случае землетрясений – интенсивность, спектральное ускорение грунта, сила и др.) [103].

Как известно, воздействию рисков подвергаются материальные объекты и население, находящиеся на определённой территории, которая подвержена рискам геодинамических катастроф. Экологический статус подверженной риску территории должен учитывать различные особенности подверженных риску объектов и населения: этнические, исторические, хозяйственные, природные, региональные и др.

По мнению В.Л. Бабурина [23, 24, 29], В.В. Борисова [34-36], исследования социально-экономических последствий геологических катастроф должны приобрести более широкую значимость и определяться, как комплекс изменений, происходящий в социально-экономической системе определённой территории, при возникновении экологических катастроф.

На основании материалов [53, 73] в Республике Таджикистан были выявлены основные природные катастрофические явления, представляющие основ-

ные риски для населения и территории страны (рисунок2.3). Как видно из рисунка 2.3, основные риски в республике представляют сели и лавины (77%), далее по уменьшению степени рисков следуют землетрясения (12%), оползни (7%), и наводнения и сильные ветра (соответственно, по 2%).

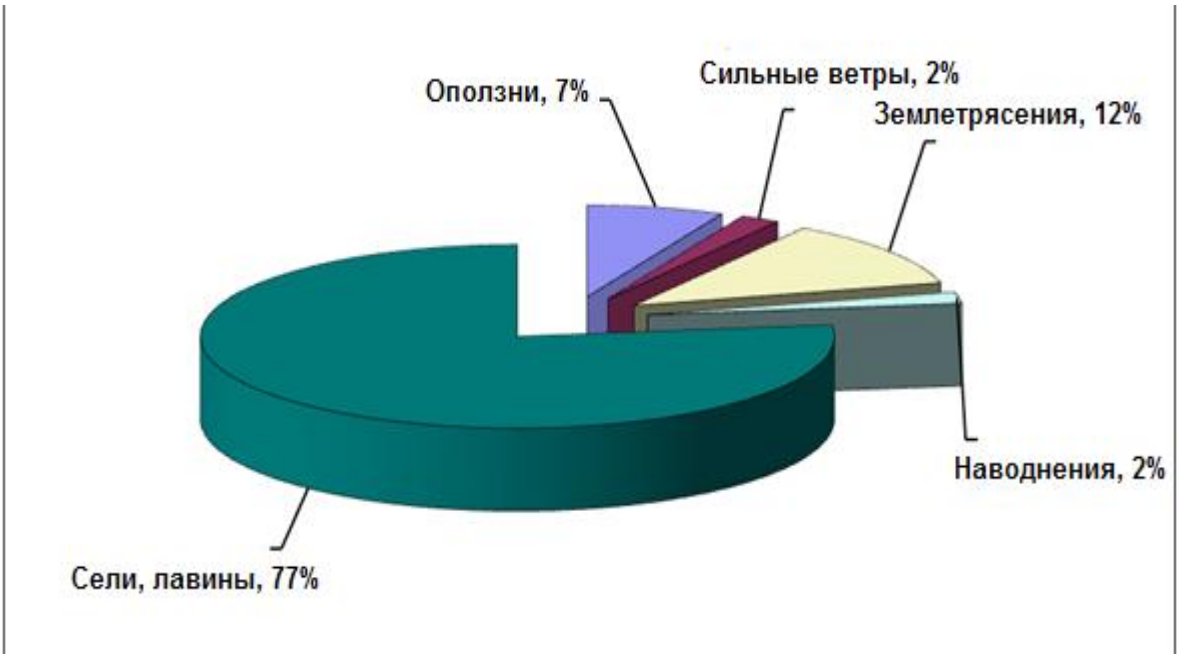


Рисунок 2.3 - Распределение природных катастроф в Таджикистане по степени геодинамической опасности (по материалам 2013 г.).

Геодинамические катастрофы имеют последствия, как прямого,так и косвенного характера, поэтому многие исследователи подверженные рискам объекты подразделяют на: объекты, которые принимают на себя прямые последствия, и объекты, которые принимают на себя косвенные последствия [24-27].

Последствия катастроф являются прямыми, когда они происходят с гибелью людей, наносят психические или физические травмы, влекут за собой потерю крова, нарушают нормальный уровень жизнедеятельности людей, при проведении эвакуации и расселения пострадавшего населения, оказаниимедицинской помощи, предоставлению питания людям, пострадавшим в результате природного катаклизма.

Косвенные социальные последствия катастроф – это вызванные природными катаклизмами вспышки эпидемий, нарушение воспроизводства населения и, как следствие, снижениеуровня и качества жизни людей, проживающих на данных территориях.

При стихийных бедствиях государство выплачивает пострадавшему населению социальные льготы, предоставляет единовременную материальную помощь и обеспечивает гарантиями. Например, в настоящее время в России выплата компенсаций населению, которое пострадало в результате стихийных бедствий, происходит следующим образом [29, 30, 31]:

1) Выплачивается материальная единовременнаяпомощьиз расчёта на одного человека:

1.1. при утрате имущества, являющегося первой необходимостью – 10 тысяч рублей,

1.2. при частично утраченном имуществе – до 50 тысяч рублей,

1.3. при полной утрате имущества – до 100 тысяч рублей.

2. Выплата единовременных пособий:

2.1. за каждого умершего (погибшего) при стихийном бедствии – 1 млн. рублей выплачиваются членам его семьи, каждый член семьи получает равную долю;

2.2. при нанесении вреда здоровью, в зависимости от степени тяжести:

2.2.1. вред средней тяжести или тяжкий вред – 400 тысяч рублей;

2.2.2. вред лёгкой тяжести – 200 тысяч рублей.

3. Людям, которые постоянно проживали и имеют документы на разрушенное жилище, выдаются государственные сертификаты на приобретение нового жилья.

Для экономической сферы прямые последствия геодинамических катастроф выражены, как повреждение или потерячасти материальных средств или

основных фондов при непосредственном возникновении катастрофы. Косвенными экономическими последствиями являются спад объёмов оказания услуг и выпуска продукции, которые происходят из-за прямых потерьоборотных средств, основных фондов, увеличения стоимости на оказываемые услуги и производимую продукцию. Косвенное последствие также выражается в росте безработицы, так как в пострадавшем регионе многие организации не могут продолжать функционирование в связи с последствиями катастрофы (разрушение административных и жилых зданий). Данные последствия катастроф вызывают нарушение социально-экономических связей и потоков, происходит дестабилизация экономики. Эти явления относят к косвенным последствиям катастроф. Косвенные последствия отличаются от прямых также сроками своего наступления – они могут произойти не сразу после катастрофы, а через какое-либо время, также имеют различную временную продолжительность, их территориальная принадлежность не всегда выражена чётко.

Геодинамическими прямыми последствиями катастроф считаются непосредственные физические воздействия на окружающую природную среду и живущих в ней живых организмов (животных и растений), в частности:

- трансформация ландшафта (гидрогеологические или гидрологические изменения, в частности, затопление территорий, оголение горных склонов);
- ухудшение качества воды и изменение количества водных запасов;
- загрязнение атмосферного воздуха вследствие запылённости из-за пожаров или большого количества пыли;
- гибель животных и растений на подверженной катастрофе территории;
- разрушение типичных и привычных мест обитания животных;
- разрушение оздоровительных и рекреационных природных объектов, исторических памятников культуры.

Косвенные экологические последствия катастроф также заключаются в измененииимиграционных маршрутов животных, их пищевых цепочек. Экологические последствия катастроф тесно взаимосвязаны с экономическими последствиями, когда происходит потеря скота, гибель сельскохозяйственных культур, ухудшается качество сельскохозяйственных территорий. Взаимосвязи экологических последствий катастроф и социально-экономического комплекса изучены многими учёными [28, 29, 30, 33, 34-36, 39-41].

Также показана возможность, когда катастрофы вызывают другие катастрофы, например, катастрофические землетрясения способны вызвать наводнения, обвалы, оползни, лавины, камнепады и др. геодинамические последствия.

В настоящее время не существует согласованного решения о проведении оценки геодинамических последствий катастроф, как в стоимостном, так и в натуральном выражениях. Систематизация практики статических наблюдений за экологическими последствиями катастроф должна строиться на совместной работе правительств пострадавших от катастроф стран и международных организаций, дальнейшие исследования возможно проводить в данном направлении.

Объекты, подверженные риску геологических катастроф, являются уязвимыми, они также зависят от стоимостного или натурального выражения. Кроме того, для определения объектов используется термин «хрупкость», который определяет возможную вероятность объекта к повреждению. Между понятиями уязвимость и хрупкость существуют различия - уязвимость относится к объектам с непрерывным числом состояний, а хрупкость - с дискретным.

В работах [34, 36] В.В. Борисов считает, что оценка рисков катастроф (хрупкость, уязвимость, подверженность воздействию, потенциальное воздействие) должна осуществляться на основании различных подходов. Оценка соци-

ально-экономических последствий рисков катастроф должна состоять из нескольких оценок составляющих, на основании которых будет предложена общая (суммированная) оценка всей произошедшей катастрофы в целом, в которой будут учитываться вся сумма результатов.

В настоящее время не существует методики единой оценки геодинамических последствий катастроф (стоимостной или натуральной), однако разработаны различные методики по оценке рисков различных природных катастрофических явлений, методики прогнозирования рисков и их снижения [28, 29, 30, 33, 34-36, 39-41].

Для геологических катастроф последствия, как прямые, так и косвенные, представляют собой переход на исследуемой территории всех изучаемых объектов (материальные объекты и население, с одной стороны, социально-экономические процессы, с другой стороны) из ранее стабильного состояния в нестабильное. Исходя из этого, исследовательская концепция социально-экономических последствий геологических катастроф выглядит следующим образом.

Необходимо рассмотреть как можно большее количество различных неоднородных объектов (О), которые оказались подверженными воздействию геологических катастроф на конкретной изучаемой территории: O - O_1, …., O_n..Включаются в расчёты все объекты, на которые было проведено прямое воздействие, а также объекты, имеющие косвенные последствия (O_i – жители на определённой территории, O_j – уровень жизни этих жителей и т.п.).

Для каждого объекта O_iопределяется соответственный вектор состояний (D_i), который равен: $D_i=(d^1_i, \ldots, d^r_i)$. Вектор состояний для населения можно представить следующим образом:

$D_i=(d_1^1, d_1^2, d_1^3)$,

где:d_1^1- потери населения (безвозвратные), то есть количество погибших;

d_1^2- потери населения (санитарные), то есть получившие ранения;

d_1^3- население, которое необходимо расселить на другие территории.

Каждый объект O_i в начальном периоде времени находится в нулевом состоянии($D_{i,0}$), которое равно: $D_{i,0}= (d_1{}^1{}_0,\ldots, d^r{}_{,0})$ (в случае, если среди населения пострадавших нет, $D_{i,0} = 0$).

В исследуемом отрезке времени происходят события (E), которые можно записать в виде: $E = E_1,\ldots,E_n$, данные события представляют собой точечный неоднородный процесс Пуассона, который характеризуется координатами возникновения в определённом пространстве и определённом времени (g_j и t_j) и инструментальными характеристиками Q_j: $E_j = (t_j,g_j,Q_j)$. После того, как событие E_jпроизошло, происходит переход объекта Q_j в состояние $D_{i,j},\ldots,d^r{}_{,j})$.

Под влиянием поражающих факторов геологической катастрофы происходит переход объекта из одного состояния в другое, который статистически оценивается функцией, в которую включены географические координаты и параметры интенсивности определённого события (E_j):

$$D^k{}_{ij}– d^k{}_{ij-1} = f(t_j,g_j,\lambda_j)+\varepsilon;$$

где λ_j – социальные и экономические характеристики определённой территории, которая оказалась пострадавшей из-за катастрофы (E_j)с соответствующими характеристиками t_j,g_j, Q_j.

Оценка параметров функции $f(t_j,g_j,Q_j,\lambda_j)$ и косвенных последствий будет различаться. Расчёт данной оценки производится на основании регрессионного анализа.

Учёный В.В. Борисов [34-36] считает, что предложенную методику оценки социально-экономических последствий геодинамических катастроф можно использовать онлайн, создав автоматизированную онлайн-системус целью обеспечения информацией о возникновении и последствиях геодинамических

катастроф в Таджикистане такие структуры, как население, организации, органы государственной власти и средствамассовой информации.

Данную информацию необходимо размещать на официальном сайте КЧС и ГО Таджикистана в таких разделах, как сводкиКЧС И ГО, Ежегодные прогнозы. После катастрофы в течение нескольких часов должна быть рассчитана оперативная оценка последствий произошедшей катастрофы, на карте отмечено точное место возникновения катастрофы и тип чрезвычайной ситуации. Применение данной методики для оценки катастроф и их последствий будет способствовать сопоставлению последствий геологических катастроф в международном масштабе.

По нашему мнению, оценка риска катастроф в глобальном масштабе будет способствовать получению объективных и достоверных данных, которые позволят снизить риски, как в отдельных регионах, так и в отдельных странах. Поэтому актуальным в данном процессе является сбор точной статистической информации и передача её в систему статистических показателей, тем самым позволитотразить характеристики геологических катастроф, последствий катастроф вглобальном масштабе.

2.2. Понятие активности геодинамической опасности

При изучении активности геодинамических опасностей мы особое внимание уделили гравитационным процессам, которые господствуют на крутых склонах Туркестанского, Зеравшанского и Кураминского хребтов. При гравитационном переносе материал перемещается разными способами в падение, скатывание и скольжение крупных и мелких обломков по крутым склонам. Например, происходит простое соскальзывание по склону Фан-Ягнобского угольного месторождения больших масс рыхлых пород, причём деформация

внутри этих масс будет невелика. На склонах реки Фандарья перемещение может носить характер пластично обрывистого течения или течения полужидкой (во время кратковременных дождей) массы, в результате этого форма и внутреннее строение скользящего материала могут изменяться в самых различных пределах. Довольно часто на склонах территории Такоба на одном и том же склоне все геодинамические процессы чередуются во времени, особенно такие процессы, как скольжение, скатывание, падение.

На южном склоне Туркестанского хребта геодинамические условия от посёлка Хушекат Айнинского района до пос. Водиф Горно-Матчинского района протяженностью более 90 км, где слабо развитый почвенно-растительный покров не в состоянии предохранить горные породы от перепадов температуры, эти процессы развиты очень интенсивно. Такую же картину можно наблюдать на южном склоне Моголтау, протяженностью более 40 км. Главная причина, вызывающая механическое разрушение горных пород – это частые и неравномерные изменения объёма породы и зёрен входящих в её состав минералов, обладающих различными коэффициентами изменения объёма под влиянием резких колебаний температуры поверхности. Суточные колебания температуры поверхности горы Моголтау достигают 40-60°С. Напряжения, возникающие даже при незначительных изменениях объёма частей породы, вызывают десквамацию – образование тангенциальных трещин и откалывание осколков с поверхности магматических (граниты и гранодиориты) пород Моголтау. При быстром охлаждении нагретых солнцем магматических пород возникают трещины скола, более или менее параллельные поверхности.

На южном склоне Туркестанского хребта геодинамическое измельчение пород прекращается, когда обломки становятся мелкими, потому что смена температуры не может уже вызвать заметного изменения объёма поверхности обломков горных пород. Основной причиной механического распада пород на

обломки, особенно в резко континентальных условиях, является ночное и дневное изменение температуры.

Многолетнее изучение геодинамических денудационных склонов Моголтау и Туркестанского хребта показывает, что гравитационных процессы делятся на нисходящее движение несомкнутых, свободных обломков породы – обвалы, осыпи, камнепады и сползание сомкнутых сухих масс обломочного материала. В аридных зонах, где геодинамические процессы выветривания чрезвычайно активные, а скрепляющая роль растительного покрова незначительна, подвижка осыпей, камнепады и обвалы происходят чаще, чем на северных склонах Туркестанского хребта и в горах Моголтау. На склонах развиты голые скальные обрывы, которые образуются без воздействия смыва при наклоне 19-27°. На всей протяженности автодороги Шахристан-Айни-Горная Матча, Оббурдон-Ганчи широко распространены осыпи, обусловленные интенсивной деградацией скальных горных пород. В районах Шахристанского и Анзобского перевалов на относительно крутых склонах (более 20°) в период летних и осенних дождей мелкозернистый обломочный материал, не связанный коллоидами и напитанный водой, нередко начинает двигаться с катастрофической быстротой, приобретая характер оползня иногда связанного селя.

Своеобразие склоновых денудаций Туркестанского хребта связано с малыми величинами местного стока и его способностями, вызванными специфичностью литологических свойств, сформированных в новейших отложениях и продуктах экзогенных процессов. Специфичность, обусловленная сухостью климата, заключается в их крайне малой коллоидальности. В силу этого на поверхности отложения здесь, в основном, водопроницаемы, что в ещё большей мере уменьшает поверхностный местный сток. В результате, горный склоновый сток развит неповсеместно, что затрудняет удаление продуктов экзогенных процессов водным путём до общеземных базисов эрозии. Поэтому для Турке-

станского хребта, вообще аридныхзон нельзя делать заключение об интенсивности геодинамических опасностей только по величине твёрдого и ионного стоков главных дренирующих рек, как это принято для гумидных районов.

Геодинамические условия в горно-складчатых условиях Согдийской области отличаются, как правило, своей особой сложностью. Этому способствует ряд обстоятельств, в основе которых, в первую очередь, лежат тектонические движения. Тектонические движения создали новые формы на сфере Курамино-Моголтауских антиклинальных структур.

Геодинамические опасности обычны для глубоких Зеравшанских впадин, когда они формировались параллельно со значительными поднятиями. При этом создавались большие наклоны поверхности, которые совпадают с границей верхнего и нижнего структурного этажей, по которой происходят интенсивные экзогенные гравитационные опасности.

Морфологические особенности геодинамических опасностей и явлений разнообразны, они отражают различные движения массы горных пород непосредственно по дневной поверхности. Особенно этот процесс ярко выражен на южном склоне Туркестанского хребта (Оббурдонский, Камаданский, Сабахский районы), путём свободного растекания вещества, по дневной денудационной поверхности склонов обращены к долине реки Зеравшан.

Кроме того, в ходе исследовательской работы мы получили огромный материал для описания экзогенных геодинамических процессов, в частности, гравитационных движений на склонах горных массивов Курамы, Моголтау, Туркестана и Зеравшана. К ним можно отнести обвалы, осыпи, осовы, вывалы, оплывы, срывы, оползни, сплывы, оползневые потоки – каменные и щебнистые реки. Все они относятся к поверхностным слоям склоновых опасностей. При решении поставленной задачи возникла объективная необходимость решения вопросов,

связанных с камнепадами, так как камнепады в Таджикистане являются одной из видных определяющих геодинамических катастроф.

Природные геодинамические опасности в определённых случаях возникают во взаимодействии одной с другой. Здесь проявляется парагенетическая связь, цикличность их при этом нарушается, и происходят они чаще с увеличением разрушительной силы. На протяжении периода исследования были изучены такие природные катастрофы, как: землетрясения, снежные лавины, сильные дожди, ливни, сильный град, шквальные ветры, сели, камнепады, обвалы, оползни, лавины, суховеи, наводнения, засуха, весенние (летние) дождевые паводки и заторы (зажоры). Экономические ущербы от этих катастроф наносят ущерб экономике страны. Если все источники геодинамических катастроф объединить по видам, то можно сделать выводы о том, что территория Согдийской области постоянно подвергается геодинамическим, метеорологическим, геофизическим, гидрологическим природным опасностям. Обзор современных методов изучения геодинамических, особенно экзогенных, с точки зрения геологических более и менее изучен. А что касается вопросов камнепадов, их катастрофические последствия в Таджикистане остались вне поля зрения специалистов и учёных. Однако от камнепадов на автомобильных дорогах каждый год погибают сотни человек.

Кинематические характеристикитакого явления, как камнепад, исследованы недостаточно, также нет достаточно эффективных методик защиты автомобильных дорог от камнепадов. Однако процессам камнепадов посвящено значительное количество работ учёных-исследователей, в частности, В.В. Борисова [34-36], Г.Г. Саканцева, В.Г. Зотеева, Р.М. Ройнишвили и других. А.Н. Каюмовой [63-68] разработана геомеханическая модель камнепада,усовершенствован программный продукт Roxim, используемый для компьютерного моделирования. Автором изучены закономерности, по которым происходит изменение тра-

екторий движения камней по различным откосам. Кроме того, А.Н. Каюмова разработала методикудля расчёта траекторийдвижения камней, данная методика учитывает разнообразные формы, свойства поверхностей перемещения, и имеет степень вероятности, которая достаточна для решения геодинамических задач.

В Институте горного дела Уральского отделения РАН разработан метод для вычисления параметров камнепада и выявлены их взаимозависимости (с помощью компьютерного моделирования)от параметров бортов. Данные зависимости учитывают большой спектр параметров: многообразие форм породных отдельностей, геометрию и свойства поверхностей перемещений. Компьютерное моделирование даёт возможность определять размеры берм, оценивать размеры опасной зоны в местах нижних бровок уступов, повысить безопасность работ при разработкегорных месторождений полезных ископаемых, ведущихся открытым способом. Вопросами камнепадов вплотную занималась А.Н. Каюмова [63-68], она определила, что на параметры камнепада угол наклона уступа оказывает неоднозначное влияние, в частности, увеличивается высота первичного откоса при увеличении углов наклона уступов; при углах наклона 45-90° уменьшается расстояние выкатывания обломков пород на горизонтальные бермы; при углах наклона 45-65° происходит уменьшение длины первичного отскока, а при углах наклона, равных 65-90°это уменьшение достигает величины в 7-8 раз; для уступов, имеющих высоту 20 м, этот показатель составляет значение менее одного метра.

Камнепады (динамический характер потери устойчивости на склонах горных сооружений)происходят в том случае, когда приток энергии выше, чем при её погашении при движении.

Однако в имеющихся методикахрасчётыхарактеристик камнепада применимы к уступам, имеющим угол наклона не более 70°. Методики компьютерногомоделирования позволяют проводить расчёты характеристик при различных

углах наклона уступов. Для оценки влияния камнепада на построение берм бортов карьеров и безопасных уступов, используют возможности компьютерного моделирования и существующие законы механики, в частности, движениепо откосу куска породы.

Камнепад происходит в случае, когда отдельные изолированные блоки горной породы на поверхностях откоса теряют равновесное состояние и приходят в движение. Это движение происходит в плоскости симметрии камня, которая по отношению к наклонной плоскости поверхности откоса является перпендикулярной.Куски породы на начальном этапе своего движения катятся или скользят по откосу. Компьютерное моделирование подразумевает, что все камни двигаются по одной траектории, друг с другом не взаимодействуют. Кусок породы под действием собственного веса продолжает дальнейшее движение, которое представляется определённой комбинацией движения, учитывающей сопротивление поверхности (скольжение или качение куска породы) и надземного движения, которое включает траекторию (при свободном падения под действием гравитационных сил - параболическую), разделённую отскоками при ударе куска породы об горизонтальную площадку или откосы.

Для определения столкновения и направления движения камней применяют математические уравнения, в основе которых заложены классические законыэнергии, механики и кинематики.Разработанная в работах [63-68] математическая модель определяет параметры камнепада, эта модель основана на законах движения материальных точек при соприкосновении с наклонной плоскостью и движения твёрдых тел по наклонным плоскостям. При падении камня высота отторжения камня вычисляется по формуле:

$$h_{max} = \frac{v_c^2}{2g}\rho^2 sin^2\alpha.$$

При отскоке расстояние падения камня рассчитывают по формуле:

$$x = \frac{2v_{от}^2 tg v_c cos^2\Psi_1}{g},$$

где: v_c - скорость продвижения по откосу камня;

ρ – коэффициент восстановления нормальной составляющей скорости после соударения камней;

g – ускорение свободного падения;

$v_{от} = v_c\rho\frac{sin\Psi_1}{sin\Psi_2}$ – скорость отражения камней;

Ψ_1 – угол падения камней перед отскоком;

Ψ_2 – угол отражения камня, $arcctg\Psi_2 = (\frac{\rho}{1-\lambda}tg\Psi_1)$;

λ – коэффициент мгновенного трения.

В предложенной модели границы камнепада определены характеристиками откосов, уступов, автомобильных горных трасс. Моделирование проводится в компьютерной программе Roxim, по мнению А.Н. Каюмовой [64-68], данная программа является одной из передовых программ в данной области, она позволяет пользователю представить на мониторе компьютера для каждого отдельного куска породы отдельную траекторию, по которой каждый отдельный камень будет двигаться по откосу. Компьютерная программа Roxim разработана в Великобритании (г. Дарем) профессором университета Дж. Вильсоном, её возможности специально адаптированы для моделирования процессов непосредственно для горных территорий. С помощью программы Roxim параметры компьютерной модели камнепада хорошо согласовываются с одноимёнными параметрами геомеханической модели камнепада.

Траектории движения камней, в зависимости от начальных параметров (характера движения, размера камней, физико-химических свойств данной породы и др.) могут быть различными. Рассмотрим некоторые из них.

*Свойства горных пород.*При моделировании процесса камнепада необходимо учитывать коэффициенты, которые характеризуютпластичные и упругие свойства поверхности откоса и падающих камней, к ним относятся коэффициент качения и трения, а также коэффициент восстановления скорости (её тангенциальной и нормальной составляющих). Эти коэффициенты имеют большое значение и позволяют учитывать такие факторы камнепада, как зависимость от времени года, наличия осыпей возле нижних бровок, физико-химического составагорных пород и др. С помощью этих параметров, внесённых в программу Roxim, проводятся расчёты для предельных уступов с зачищенными бермами. Также возможно проведение расчётов движения камней по склонам. Для этого в программу Roxim вносят параметры неровностей поверхностей исследуемых откосов: волна неровности (L) равна от 1,5 до 2 м; амплитуда (A)составляет 0,15-0,2 м, плотность наиболее часто встречаемых горных пород составляет от 2,5 до 3,5 т/м^3. (рисунок 2.4).

Параметры камней. В компьютерной программеRoxim принята форма камней, которая является наиболее встречаемой для месторождений руд, размеры камней в поперечном размере от 0,3 до 0,5 м.

*Типы и характеристики движения камней по поверхностям.*В компьютерную программу заложены данные, что куски горной породынаходятся на откосных поверхностях и без какого-либо внешнего воздействия начинают движение с верхней точки откоса.

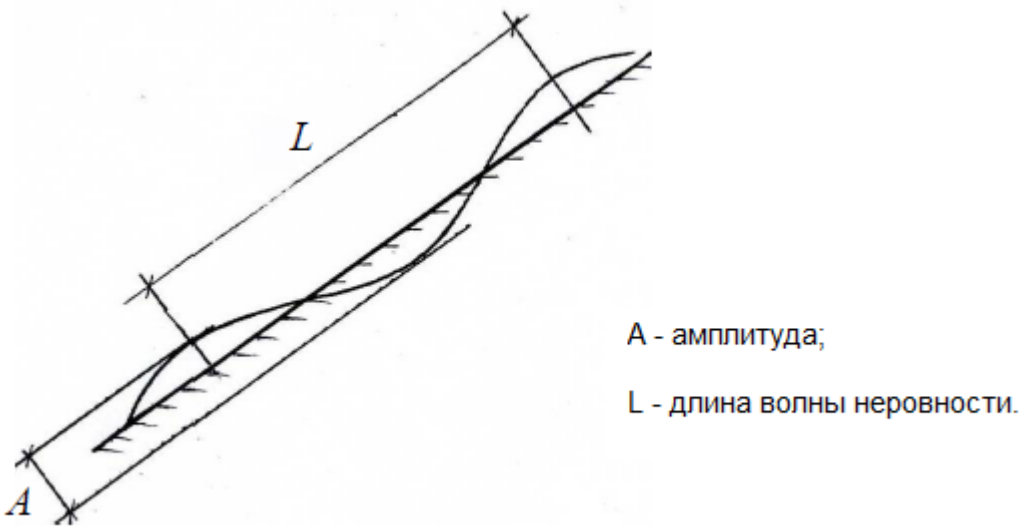


Рисунок 2.4 – Определение параметров неровности поверхности уступов [64].

Таким образом, компьютерная программа Roxim выдаёт компьютерные модели в различных вариантах – графическом и текстовом. Графический вариант предполагает построение траектории движения камней по уступам и откосам (рисунок 2.5а), что является очень информативным и наглядным. Также программа Roxim позволяет составить распределительные диаграммы, которые характеризуют оценку расстояний, пройдённых камнями по берме (рисунок 2.5б). На основании построенных диаграмм можно рассчитать количество камней, принимавших участие в камнепаде и расстояние от начала бермы до их полной остановки. Мы данную методику использовали для изучения процессов камнепада на южных склонахКураминского и Туркестанского хребтов.

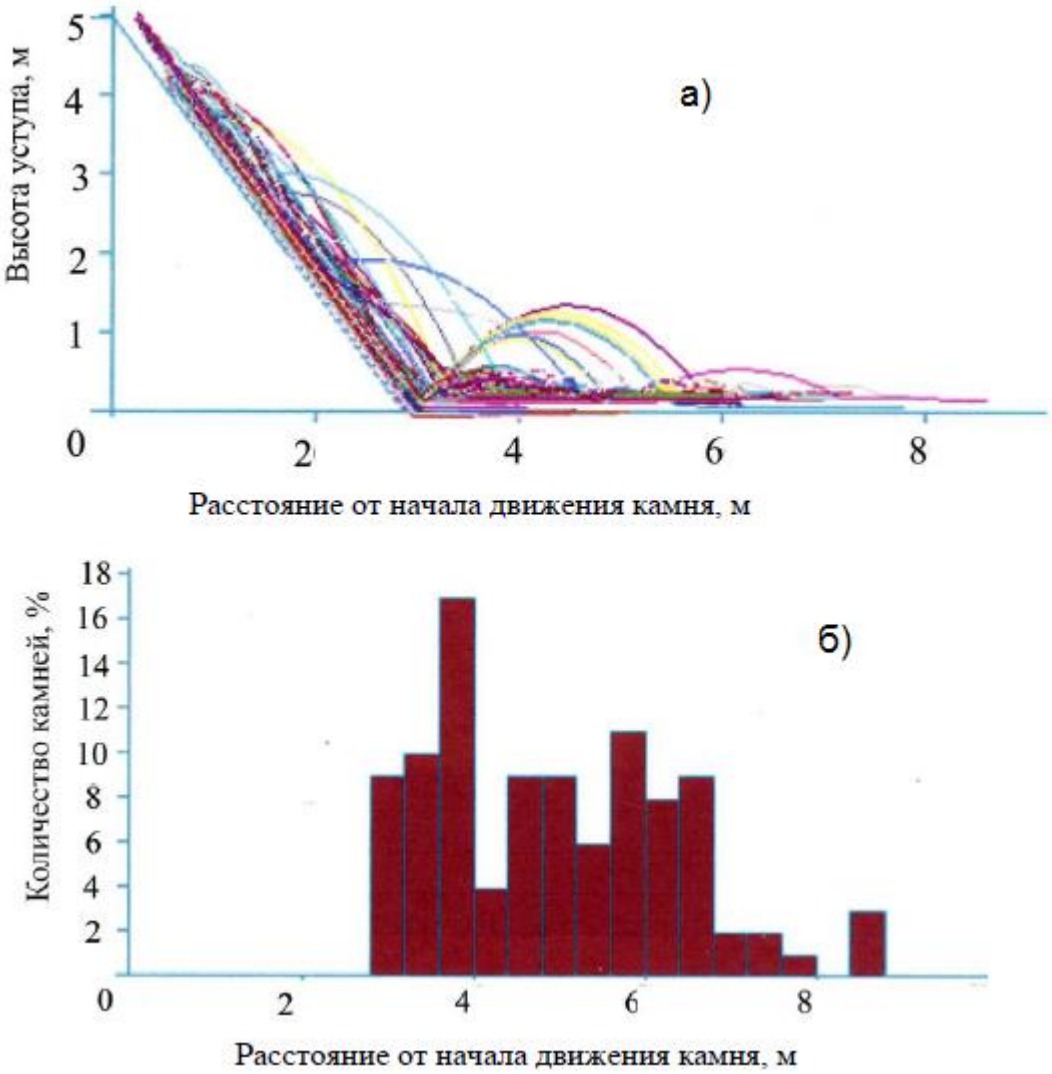


Рисунок 2.5 – Результаты компьютерного моделирования, представленные на мониторе компьютера: а – траектория движения камней; б - количественное распределение камней по горизонтальной берме [64].

После обработки полученных данных программа предоставляет отчет в виде файла sckap.out, в котором приводятся вычисленные значения координат точек соударения камней с поверхностями бермы или уступами, также в файле отображаются значения скорости и энергии, рассчитанные для каждого камня на каждом отрезке пути.

Для выявления полных характеристик движения камней по уступам и откосам, полученные диаграммы и графики необходимо далее доработать. Программа позволяет получить для модели движения камней необходимые геометрические параметры и рассчитать различные варианты моделей с помощью методов математической статистики. Таким образом, компьютерная программа Roxim позволяет оперировать большими объёмами данных и различными характеристиками движения камней, позволяет определить зависимости движения камней от целого спектра характеристик откосов и уступов, а также с учётом свойств и характеристик конкретных горных пород.

В Таджикистане геодинамические опасности представлены широким спектром и разнообразием, поскольку природные условия на территории Таджикистана своеобразны. Основные геодинамические опасности для нашей страны – камнепады, осыпи, дефляция, карст, сели, оползни и др. На территории Таджикистана отмечаются сложные экзогенные условия, обусловленные природным разнообразием, комплексом геодинамических процессов, резко отличающихся между собой различными геодинамическими природными особенностями. Так, например, в районах республиканского подчинения чаще всего происходят сели (в основном грязекаменные или грязевые) и оползни, овражная эрозия.

На севере Таджикистана – в Согдийской области часто наблюдаются катастрофические сели, происходящие по левым притокам р. Заравшан и Шингскому бассейну. В Хатлонская области чаще происходят такие стихийные бедствия, как паводковые, прорывные сели, овражная эрозия и оползни. Данные катаклизмы стали проявляться все чаще. В западной части Горно-Бадахшанской автономной область основными катастрофическими природными явлениями являются паводковые, грязекаменные, грязевые, склоновые сели, иногда достигающие катастрофических объёмов, часто они вызывают сход снежных лавин. Для изме-

рения активности или интенсивностигеодинамических экзогенных опасностей, разработаны различные методики, учитывающие всевозможные параметры, влияющие на их прохождение, такие, как скорость смещения материала на склонах, скорость движения снега или камнепада и др. Нами в процессе исследования применялись методики измерения количественных параметров.

Методика измерения параметров гравитационных опасностей, таких как: сели, оползни, осыпи, эрозии, плоскостной смыв, выветривание, движения курумов, камнепады и др., разработанная Е.А. Толстых [107-112] и А.А. Клюкиным [70], включает: 1) понятие активности геодинамических опасностей; 2) методические принципы измерения; 3) единицы измерения; 4) систематизированную совокупность методов измерения.

Параметр в нашем исследовании - это значение, которое характеризует определённые свойствапроцесса или явления. Например, мы энергоперенос и массу в геодинамических процессах характеризуем только скоростью (активностью) геодинамических явлений, которая в свою очередь делится на несколько разновидностей. Указанная выше методика, разработанная Е.А. Толстых и А.А. Клюкиным, предназначена для измерения скорости геодинамических процессов (величины активности).

Во всех отраслях народного хозяйства введена Международная система единиц измерения (СИ), как наиболее широко используемая и наиболее удобная. Использование в нашей работе единиц измерения СИ способствует внедрению системы измерения в применяемых символах, терминах, определениях, понятиях и формулировках при измерении геодинамических процессов.

Предлагаемая система оперирует двумя основными механическими единицами в измерительной системе: метр (м) – единица длины (dim l = L), и дольная ей единица - миллиметр (мм); килограмм (кг) – единица массы (dim m = M); также используется одна из основных внесистемных единиц времени – год (г.)

(dim t = T), краткая величина часа, определяется как механическая единица времени.

Также используются производные единицы: единица площади - метр квадратный (м^2) (dim S = L^2); литр (л) – дольная единица объёма (dim U = L^3) (необходимо отметить, что на XII Генеральной конференции по мерам и весам принято решение определения «литр» - (л) и «кубический дециметр) (дм^3) считать однозначными; плотность (ρ) – масса вещества в единице объёма (dim ρ = M/L^3); скорость (V) (dim V = X/T $^{-1}$, где X – любая мера массопереноса или энергопереноса в результате ЭП, T – время, год); (dim a = X/T $^{-2}$) –ускорение.

В системе измерения скорость определяется, как физическая величина, равная первой производной пути по времени. Предложение использовать вместо пути любую меру, характеризующую массо-или энергоперенос в результате геодинамических опасностей, относительно системы измерения существенно расширяет понятие скорости. При этом особо следует отметить один частный случай, а именно применение в качестве меры массо-и энергопереноса числа проявлений опасности. Каждое проявление геодинамических опасностей является замкнутым процессом, то есть циклом. В системе измерения число циклов, совершаемых за одну секунду, характеризует периодический процесс и называется частотой. Относительно геодинамических явлений периодический процесс и его частотную характеристику можно считать частным случаем. А в общем виде частоту следует принимать, как разновидность скорости, в которой мерой массо-и энергопереноса является число проявлений геодинамических опасностей.

При измерении параметров геодинамических процессов выявилась объективная необходимость формулировки основных положений, на которых должны базироваться измерения. Перечисленные элементы методики измерения параметров геодинамических процессов находят отражение во всех систематизиро-

ванных комплексах методов измерения, предложенных в данной работе. Их имеет смысл использовать и в других возможных методах измерения.

При измерении параметров геодинамических опасностей [70, 107-111] можно использовать таксономические уровни районирования экзогенных процессов, используя отдельные характеристики проявлений опасности и применяя современные технические средства, можно распределить по степеням опасностей различные геоморфологические, инженерно-геологические области и районы, вплоть до планетарных масштабов. Данные параметры подходят для всех объектов хозяйственной деятельности человека и различных техногенных объектов и сооружений. Районирование по таксономическому уровню является разработанным и неоднократно применяемым методом в случаях, когда необходимо выделить однородные объекты, и обосновать для них тот или иной вид измерений. Однако метод районирования не является единственнымметодом, с помощью которого можно определить качественно однородные объекты. Разработанная методика [71] в качестве объектов измерения геодинамических опасностей рассматривает процессы, однородные по одному или нескольким признакам. Но данная методика показала положительные результаты при измерении параметров геодинамических опасностей на единичных конкретных проявлениях, являющихся крайне опасными или уникальными.

Измерением величины геодинамических процессов назовём экспериментальное сравнение данной величины с другой, однородной с ней величиной, принятой за единицу измерения. Единица измерения геодинамических опасностей – это конкретное значение величины процессов, принятое за основание сравнения для количественной оценки величины того же рода. Конечно, не всякая величина геодинамических процессов представляет собой практический интерес. В соответствии с известным понятием можно определить, что величина,

характеризующая естественное свойство экзогенных процессов, называется параметром геодинамических процессов.

Измерения параметров геодинамических процессов представляет наибольший интерес во временном аспекте, что позволяет оценить динамику развития геодинамических явлений с целью изучения последующего прогнозирования и обоснования мер борьбы с их вредным воздействием. Это диктует необходимость применения соответствующих единиц измерения, включающих параметры времени. Такими единицами являются скорость и ускорение. Именно их и целесообразно использовать при измерении опасностей.

Общим результатом проявления геодинамических явлений, как и любого вообще, является та или иная форма массо- и энергопереноса. Измеряя их во времени, мы будем проводить измерение геодинамических явлений. Таким образом, для измерения экзогенных процессов применим две единицы измерения:

1) скорость с размерностью X/T и

2) ускорение с размерностью X/T^2, где X – любая возможная мера массо- и энергопереноса с соответствующей размерностью (причём эта величина может быть и безразмерной); T – время.

Составляющие размерности скорости и ускорения (X и T) кроме определения в общем виде требуют более подробного рассмотрения, прежде всего меры массо- и энергопереноса. Геодинамические процессы – это исключительно широкое понятие. Проявление их весьма разнообразно – от ионообмена в процессе химических превращений в результате, например, выветривания или карстообразования до перемещения катастрофических масс, например оползней или селей. Поэтому объективно при измерении геодинамических явлений может применяться любая мера массо- и энергопереноса, принятая в каждой из используемых областей знаний. В объёме излагаемого материала будут применяться следующие меры массопереноса:

1) линейные;

2) объёмные;

3) по массе.

При этом для скорости и ускорения будут иметь место соответственно следующие размерности:

1) L/T, L/T^2;

2) V/T, V/T^2;

3) M/T, M/T^2.

Специфика оценки геодинамических опасностей такова, что часто измерения проводятся с привлечением частоты в разном виде. Это безразмерная величина, но и она является мерой массопереноса, поэтому размерности скорости и ускорения в данном случае примут упрощённый вид, а именно $1/T$ и $1/T^2$.

Анализ времени является важнейшим элементом геоморфологических исследований [70]. Поэтому особого рассмотрения при измерении геодинамических опасностей требует мера времени. Это обусловлено спецификой их проявления во времени: от промежутков в секунды или минуты (например, для обвалов или снежных лавин) до миллионов лет (например, при осыпании с обрывов или развитии карста). Кроме того, процессы могут проявляться только в определённые периоды года, и собственно, измерения проводятся по разным причинам (специально или по необходимости) в разные отрезки времени. Для того, чтобы сравнивать количественные оценки согласно определению единицы измерения параметров геодинамических явлений, должна быть строго определена мера времени.

Е.А. Толстых и А.А. Клюкиным [70, 107-111] в качестве универсальной единицы времени при измерении перемещённой земной поверхности предлагается принять год. При этом не исключаются более мелкие единицы, такие, как сутки, час, минута, секунда. Этот подход наиболее целесообразен и при измере-

нии геодинамических опасностей. Взяв год за универсальную единицу времени, использовать её необходимо точно так же, как это обычно делается во всех областях знаний, то есть, применяя скорость, как количественную оценку процесса, и год, как единицу времени, будем считать, что независимо от времени реально протекающего процесса и фактического времени измерения мерой экзогенных процессов будет такая величина массопереноса в результате геодинамических процессов, как если бы этот процесс продолжался в течение года. Для вычисления скорости геодинамических опасностей V предложим формулу:

$$V = X \cdot t'/t, \quad x/год, \qquad (2.1)$$

где:X – величина массопереноса в результате геодинамических процессов за время измерения;

t – время измерения в любых единицах;

t' – число единиц измерения времени в году;

x – размерность величины массо- или энергопереноса.

Например, при фактическом измерении величины геодинамических процессов с использованием времени в днях t за любой промежуток будет иметь место частный случай [70]:

$$V = X \cdot 365/t, \quad x/год. \qquad (2.2)$$

Пример результатов оценки скорости денудации с временной единицей «год» для любых отрезков времени измерения показан на рисунке 2.6. При этом скорость денудации откладывается на вертикальной оси графика и означает, как это указывалось выше, что если бы денудация с такой скоростью для каждого отрезка времени измерения продолжалась в течение года, то было бы снесено количество материала, равное абсолютной величине скорости денудации. Практически величина скорости имеет физический смысл исключительно для интервала времени измерения. Применение скорости, как единицы измерения, позво-

ляет сравнивать величины геодинамических опасностей, измеренные за любой промежуток времени.

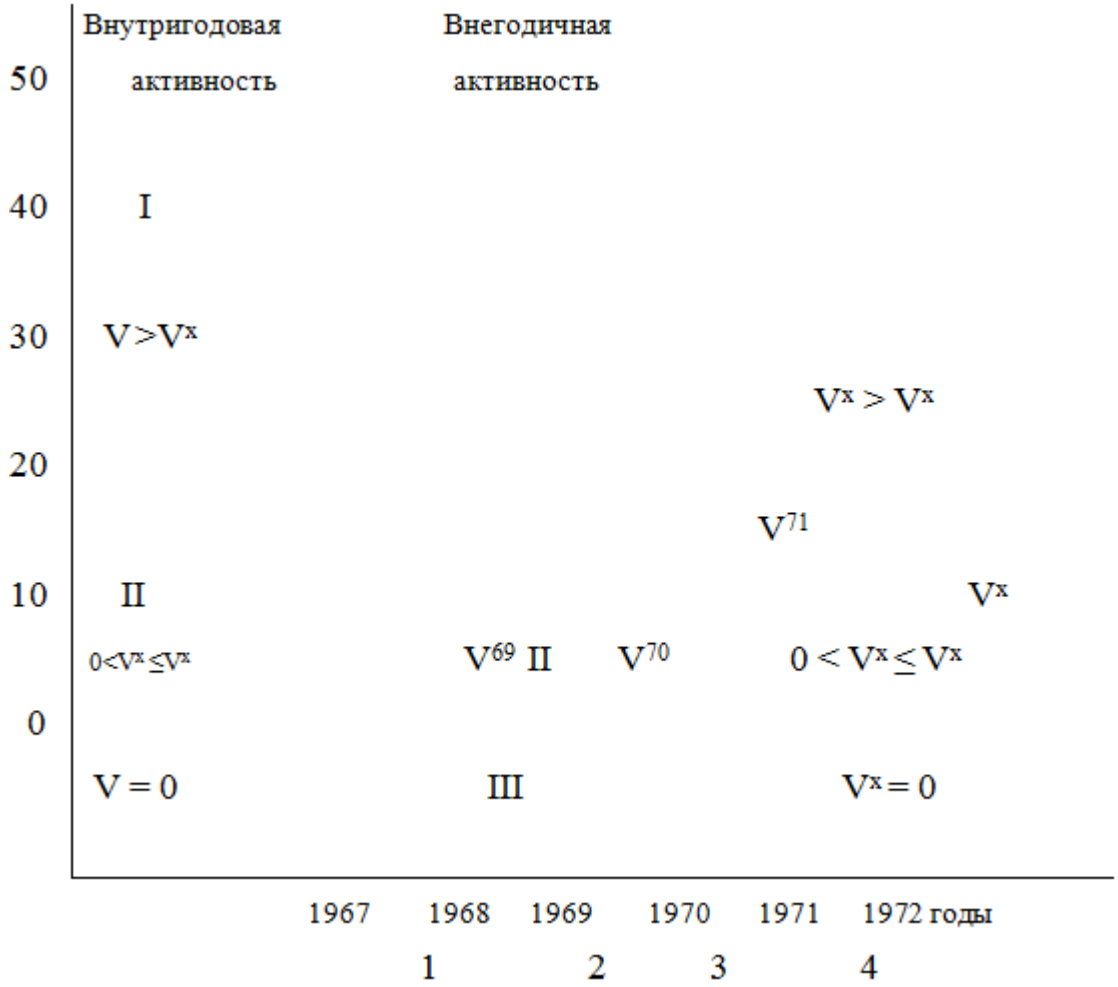


Рисунок 2.6 - Активность непрерывных геодинамических явлений [70] (1 - условно-мгновенная скорость, V; 2 - годовая скорость, V^x; 3 - среднемноголетняя скорость, V^x; 4 - точки наблюдений. Зоны активности геодинамических явлений: I – высокая активность; II - умеренная активность; III – активность отсутствует).

Применение терминов «скорость» и «ускорение» не всегда удобно и привычно при количественной оценке геодинамических процессов. В то же время известны и широко применяются термины «активность» и «активизация». Целесообразно придать им строгий физический смысл и использовать в качестве си-

нонимов соответственно для скорости и ускорения геодинамических опасностей. Таким образом, активностью (скоростью) будем характеризовать приращение массо- или энергопереноса в результате геодинамических явлений за единицу времени, а активизацией (ускорением) – приращение активности (скорости) геодинамических опасностей за единицу времени. Геодинамические опасности целесообразно подразделить по характеру проявления на условно-непрерывный и прерывистый [70]. Такое подразделение обусловлено различной динамикой их развития.

К условно-непрерывным относятся процессы, динамика развития которых определяется, в основном, замкнутым годичным циклом факторов геодинамических процессов и, кроме того, более крупной негодичной цикличностью, связанной с теми же факторами. Поэтому условно-непрерывные геодинамические опасности неизбежно проявляются ежегодно и резко усиливаются периодически в соответствии с объективно проявляющимися природными внегодичными циклами.

К условно непрерывным процессам относятся: выветривание, солифлюкция, эрозия, абразия и т.д., а также большинство криогенных процессов, поскольку их проявление связано с годичным циклом определяющих их факторов. Так как в течение года развитие этих процессов происходит неравномерно, то можно выделить активность внутригодовую и внегодовую.

Для оценки внутригодовой активности условно непрерывных геодинамических явлений используется условно мгновенная скорость – первая производная количества затронутого процессом материала во времени. Выявление внутригодовой активности на практике проводят возможно более частыми измерениями условно-непрерывных геодинамических процессов. В работах [70, 116] и на рисунке 2.6 показан пример выявления внутригодовой активности выветривания разновидностей пермских гранитов на обрывистых участках южного склона Мо-

голтау. В данном случае внутригодовая активность приурочена к летнему сезону, поскольку причиной выветривания является исключительно температурное оттаивание (так называемое промежуточное выветривание). В летний период активность выветривания колеблется от нуля до десяти.

Для оценки внегодичной активности условно-непрерывных геодинамических явлений предлагается использовать годовую скорость V* - количество затронутого процессом материала в течение года. Эта единица имеет физический смысл только по отношению к каждому конкретному году, что выражается в символике V*, где – год измерения, записываемый в виде двух последних цифр, например V^{79}. Годовая скорость геодинамических явлений определяется или в процессе ежегодных измерений, или как сумма результатов внутригодовых отсчётов.

К прерывистым относятся процессы, проявления которых определяются в основном внегодичной цикличностью изменяющихся факторов. Поэтому при их оценке ведущим является понятие внегодичной активности. Однако к этим процессам (в определённой степени) применимо понятие внутригодовой активности, хотя она и имеет другой физический смысл, а точнее представляет собой большую предрасположенность к проявлению геодинамических явлений в определённые периоды года, которая выражается в большей вероятности проявления прерывистых геодинамических опасностей в эти периоды. Например, в работах [89, 118] определена внутригодовая активность селей для разных районов территории Таджикистана. Таким образом, активность прерывистых геодинамических опасностей также можно классифицировать на внегодичную и внутригодовую. К прерывистым процессам относятся: оползни, сели, обвалы и т.д. В качестве основной количественной характеристики для оценки прерывистых геодинамических явлений предлагается использовать частоту разного вида. Внегодичная активность на отдельных проявлениях геодинамических явлений

оценивается частотой v, представляющей собой отношение числа проявлений соответствующего процесса ко времени между измерениями. Такие данные в отдельных формах проявления геодинамических явлений можно получить только за весьма длительный отрезок времени или по следам воздействия процессов. Последнее используется, например, в дендрохронологических методах определения частоты селей по сбитостям.

Для характеристики внегодичной активности прерывистых геодинамических опасностей можно использовать понятие годовых частот, что означает число проявлений геодинамических явлений в данный конкретный год. Имеют место:

1) годовая частота к площади ($v^x s$) – отношение числа проявлений данного процесса за год измерений к площади, на которой проводились измерения;

2) годовая частота к линии ($v^x{}_l$) – отношение числа проявлений данного процесса за год измерений к длине объекта, на котором проводилось измерение;

3) годовая частота ($v^x{}_n$) – отношение числа проявлений данного процесса за год измерения к возможному числу проявлений, например отношение числа селевых бассейнов, в которых прошли сели в данном году, к общему числу селевых бассейнов. Последний параметр $v^x{}_n$ широко использован, например, в работе [70].

Для оценки внутригодовой активности прерывистых геодинамических опасностей необходимо ввести единицы измерения, отражающие приуроченность измерений к определённым отрезкам времени. Ими могут быть сезон или месяц. Это легко отразить в символике единиц измерения, вводя внутригодовую меру времени, например у – месяц. Тогда соответствующие единицы частоты в общем виде будут выглядеть так: v^y, v_s^{xy}, v_i^{xy}, v_n^{xy} или для конкретного года и месяца: v^V, v_s^{79V}, v_i^{79V}, v_n^{79V}.

Опираясь на определение понятий активности геодинамических опасностей и введённые единицы измерения процессов, определим теперь формализованные критерии оценки активности.

Для условно-непрерывных геодинамических процессов выше были выделены понятия внутригодовой и внегодичной активности. Ввиду качественного отличия этих понятий из-за различной цикличности определяющих факторов развития геодинамических опасностей для них будут различаться и критерии оценки активности.

Для внутригодовой активности условно-непрерывных геодинамических явлений имеют место два объективных критерия:

1) наличие или отсутствие процесса;

2) соотношение условно-мгновенной скорости на каждый данный момент (реально за время между двумя измерениями) с годовой скоростью, характерной для данного годичного цикла.

Исходя из этих критериев, выделим три степени внутригодовой активности условно-непрерывных ЭП:

1) активность отсутствует, когда условно-мгновенная скорость равна нулю ($V = 0$);

2) умеренная активность, когда условно-мгновенная скорость больше нуля, но меньше или равна годовой скорости ($0<V<V^3$);

3) сильная активность, когда условно-мгновенная скорость превышает годовую скорость ($V>V^x$).

Для более дробного подразделения можно использовать критерии кратной годовой скорости, например $2V^x$, но они в отличие от предложенных выше будут иметь условный характер, что, впрочем, не исключает возможности их применения.

Формально может быть использован ещё один критерий для оценки внутригодовой активности условно-непрерывных геодинамических явлений - среднемноголетняя скорость процесса. По отношению к ней условно-мгновенной скорости возможно дополнительное, более дробное выделение степени активности. Но, как уже было сказано, внутригодовой активностью предложено характеризовать проявление условно-непрерывных геодинамических явлений внутри каждого года. Поэтому представляется нелогичным сравнение этих данных со среднемноголетними сведениями. Таким образом, для характеристики внутригодовой активности условно-непрерывных геодинамических явлений остановимся на трёх указанных выше степенях активности.

Для внегодичной активности условно-непрерывных геодинамических процессов имеют место два объективных критерия:

1) наличие или отсутствие процесса;

2) соотношение конкретной годовой скорости со среднемноголетней скоростью данного процесса.

Исходя из этих критериев, выделим три степени внегодичной активности:1) у условно-непрерывных ЭП активность отсутствует ($V^x=0$);

2) когда годовая скорость выше нуля, но меньше или равна среднемноголетней скорости данного процесса ($0 < V^x \leq V^x$);

3) сильная активность, когда годовая скорость больше среднемноголетней скорости данного процесса ($V^x > V^x$ь).

Относительно первой степени внегодичной активности рассматриваемых геодинамических явлений следует сделать одно корректирующее замечание. Активность условно-непрерывных процессов в большинстве случаев проявляется ежегодно, поэтому ее отсутствие ($V^x=0$) следует, видимо, рассматривать не как правило, а как исключение. Тем не менее, данную систему оценки степени активности можно считать целесообразной в связи с универсальностью примене-

ния её как для внутригодовой, так и внегодичной активности условно-непрерывных геодинамических явлений. Аналогичный аппарат применяется и для формализованной оценки активности прерывистых геодинамических опасностей.

2.3. Определение системы измерения поверхности склонов

Согласно данным Н.Р. Якутилова [130, 131], Х.М. Мухаббатова [83], территория Таджикистана имеет следующую крутизну склонов: до 5°- 2233,2 тыс. га, 5-10°- 391 тыс. га, 10-15°- 821,6 тыс. га, 15-20°- 1270,7 тыс. га, 20-30°- 2429 тыс. га, более 30°- 4105,4 тыс. га. Склоны, осыпи, ледники и снежники занимают 3034,4 тыс. га. Из общей площади территории Таджикистана 18,3% приходится на землю с крутизной склонов до 10°, 14,7% - от 10 до 20°, 17% - от 20 до 30°, 28,3% - более 30°, 21,3% составляют склоны, осыпи и т.д. Статистические данные указывают на то, что почти вся территория Таджикистана состоит из различных типов склонов. Склоны и системы измерения движения поверхности склонов почти не изучены, привлекали внимание лишь отдельных ученых: Н.Р. Якутилова [130, 131], Н.П. Костенко [75, 76], С.С. Воскресенского [41], Д.А. Тимофеева [106], С.Я. Абдурахимова [2, 3], Ш.Ф. Валиева [38] и др. Недостаточность конкретных данных до настоящего времени присутствует и в изучении склоновых геодинамических процессов. Под склоном понимается элементарный участок в пределах общей поверхности, спускающийся от водораздела к долине, имеющий однородный уклон, одинаковое строение и единую историю формирования. В целом, склоны могут быть разделены [37] по:

1) морфологическим признакам-крутизне, длине, форме, протяженности в направлении, уклоне;

2) факторам, вызвавшим их возникновение;

3)особенностям движения материала на них, находящих своё отражение в свойствах и строении чехла обломков.

Склоны по их происхождению можно объединить в три основные группы [4, 10, 20], которые характеры для Согдийской области.

Тектонические склоны – уступы, созданные прямыми тектоническими движениями. Они могут быть крутыми и представлять собой стенки тектонических обрывов (сбросы, стенки флексур и т.п.) и более пологими (склоны моноклиналей, крылья и поверхности сводов, поверхности шарнирных блоков и т.п.). В чистом виде геодинамические склоны встречаются не очень часто, так как уже в процессе своего возникновения они испытывают воздействие денудации. Реконструкция их первичной тектонической поверхности в большинстве случаев необходима для восстановления истории развития склонов.

Денудационные склоны образованы в результате действия одного из агентов денудации. Они встречаются в том случае, если имеется какая-либо быстро развивающаяся форма рельефа. Таковы склоны оврагов, а также склоны, созданные абразией, и др. Денудационные склоны могут быть связаны с тектоническими поднятиями, но нередко возникают и в спокойной обстановке.

Аккумулятивные склоны в большинстве имеют размеры, на порядок меньший по сравнению с тектоническими и денудационными.

Таким образом, основные черты склонов аридныхрегионов Курамино-Моголтауского,Туркестанского и Зеравшанского районов обусловлены зонально-географическими факторами, действующими на протяжении длительного периода (от олигоцена). Совокупность этих факторов сводится прежде всего к недостаточности увлажнения, сказывающейся в сухости при высоких летних температурах. На склонах проявляется активное развитие процессов гравитационного перемещения материала, плоскостного и струйчатогосмыва, крайне неравномерной эрозии и интенсивной дефляции.

Вопросы системы измерения движения материалов на поверхности склонов рассмотрены Е.А. Толстых и А.А. Клюкиным [70, 111], для эффективного изучения, прогноза и обоснования мер борьбы с геодинамическими явлениями. В данной системе единиц измерения оценка отступания или повышения поверхности в результате геодинамических явлений будет отличаться только знаком. Поэтому ниже для краткости все рассуждения будут вестись относительно сноса материала, но с противоположным знаком.

При формировании данной системы единиц измерения геодинамических явлений необходимо сразу определить, что в процессе сноса материала со склонов физическая реальность значения не имеет. Фактически снос может происходить в результате плоскостного смыва, осыпания, дефляции и т.д. В любом случае в системе единиц измерения будет принимать участие обобщённая величина массопереноса в результате геодинамических процессов, выражаемая в обобщённом отступании поверхности склона. Иными словами, в любой точке вне зависимости от крутизны склон отступает параллельно своей поверхности.

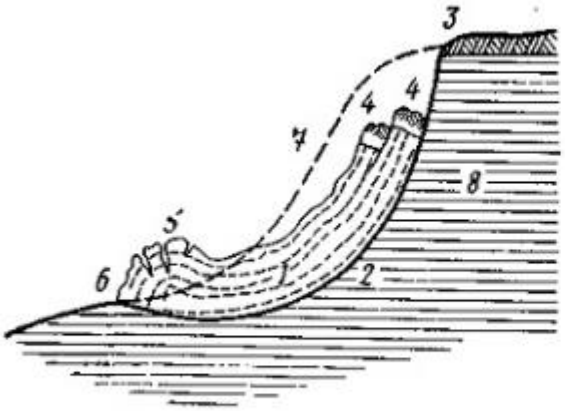
Используя известное определение скорости геодинамической денудации [111, 113], придадим ему общий смысл относительно любых геодинамических явлений, приводящих к отступанию поверхности склонов. Тогда в общем виде под скоростью геодинамических опасностей будем понимать первую производную величины, характеризующую массоперенос при отступании поверхности склона в результате геодинамических явлений, по времени. В качестве меры массопереноса будем использовать: отступание поверхности (линейные единицы), объём материала, сносимого с удельной поверхности (объёмные единицы), и массу материала, сносимого с удельной поверхности (единицы по массе). В результате будет иметь место система единиц скорости геодинамических опасностей по характеру проявления, включающая три вида скоростей: линейную - V_l, мм/год; объёмную - V_0, л/(м^2·год) и по массе - V_m, кг/(м^2·год) [111, 113].

Классифицируя единицы измерения скорости геодинамических опасностей на экспериментальные и вычисляемые, отметим, что в практике измерений могут встречаться любые из указанных первичных (экспериментальных) видов скоростей. Тогда остальные определяются вычислением. Для этого необходимо использовать соотношения с учётом плотности пород (ρ), г/см^3 [108]:

$V_0 = V_m/_p$; (2.3)

$V_l = \backslash V_m/_p\backslash$. (2.4)

В работе [70] указывается ряд авторов, использовавших плотность пород при пересчёте линейных, объёмных и по массе единиц измерения процессов. При этом отмечается необходимость измерения плотности в естественном залегании 1 м. На рисунке 2.7 схематически приведены основные составляющие оползня.



1 – тело оползня;
2 – поверхность скольжения;
3 – бровка срыва (тыловой шов);
4 – оползневые террасы;
5 – вал выпучивания с трещинами (бугор пучения);
6 – подошва оползня;
7 – положение склона до оползня;
8 – коренной массив пород

Рисунок 2.7 – Основные составляющие оползней.

Из практических соображений в рекомендуемой системе кратность и дальность величин в размерностях подобраны таким образом, что абсолютные величины линейной и объёмной скоростей равны, то есть отступание поверхности на 1 мм соответствует сносу 1 л материала с 1 м^2 поверхности. Очевидно, что-

наиболее удобной величиной для скорости сноса по массе является кг/(м^2 в год). На рис. 10 отмечены удельные площадки в 1 м^2, относительно которых определяются объёмные и по массе скорости отступания склонов.

При формировании данной системы единиц определим, что вначале рассмотрение будет вестись без учёта реальных процессов, приводящих к смещению материала. В системе единиц измерения принимается во внимание только обобщённая величина массопереноса в результате геодинамических явлений, приводящая к общей величине массопереноса на поверхности склонов без учёта повышения или понижения поверхности.

Классифицируем скорости смещения геодинамических опасностей по характеру единиц измерения аналогично системе единиц измерения отступания поверхности, но с другой векторной направленностью, выделив в данной системе по характеру единиц измерения три вида скоростей: линейную - V_l (мм/год); объёмную - $V^{/}_0$,(л/(м·год) и по массе - $V^{/}_m$,(кг/(м·год). Линейная скорость смещения – первая производная пути пройдённого материала по падению склона по времени. Объёмная скорость смещения – первая производная объёма материала, смещённого по падению склона на удельном отрезке, нормальном к падению склона по времени [111]. Скорость смещения по массе – первая производная массы материала, смещённого по падению склона на удельном отрезке, нормальном падению склона по времени. Для указанных скоростей смещённого слоя - h (м) и плотности пород - ρ (г/см^3) используем следующие формулы:

$$V_0^{/} = V_l \cdot h; \qquad (2.5)$$

$$V^{/}_m = V^{/}_0 \cdot p. \qquad (2.6)$$

В целом, измерение любой из указанных скоростей - разнозначно-остаточного, достаточно, чтобы вычислить остальные.

Объективна ещё одна система единиц измерения скорости смещения материала на склонах по характеру единиц измерения. При этом за основу берётся не

удельный отрезок, нормальный к направлению движения материала, а удельная площадь смещаемого слоя, нормального к поверхности. В этой системе в целом применены приведённые выше виды скоростей и, кроме того, совпадают линейные скорости смещения материала V_l (мм/год). Но объёмы и по массе скорости будут иметь другую размерность: V_0 – л/(м^2·год) и V_m - кг/(м^2·год). Связь между ними определяется уравнением $V_m=V_0 \cdot \rho$, что позволяет получать одну скорость из другой. В этой системе переменная кратность величин в размерностях также позволяет приравнивать абсолютные величины, линейную и объёмную. В данной системе размерность и управление связи совпадают с системой, предложенной для оценки скоростей отступания поверхности склонов, но имеют совершенно иной физический смысл. Эта система характеризует смещение материала на поверхности склонов в любой точке, но в направлении движения материала без отступания поверхности. И только в предельном случае выклинивания смещаемого слоя к какому-либо базису сноса материала с обнажённого смещаемого слоя объективно может совпадать техника измерения скорости геодинамических опасностей, например, методом площадок-ловушек [114].

Скорость – векторная величина, и для единиц измерения смещения материала было взято направление по падению склона. Следует отметить, что у этой величины есть горизонтальная и вертикальная составляющие, и их соотношение будет существенно разниться в зависимости от крутизны склона. По направленности скорость смещения можно классифицировать на три вида: по падению склона, вертикальные и горизонтальные.

Определение вертикальной и горизонтальной скоростей смещения, хотя и очевидно, что они носят условный характер, формирует смещения по вертикали $\downarrow V_l$ – первая производная пути, пройдённого материалом на склоне по вертикали, по времени. Для вертикальной скорости смещения символы:

$\downarrow V_l$, $\downarrow V_0$, $\downarrow V_m$; для горизонтальной - $\rightarrow V_l$, $\rightarrow V_0$, $\rightarrow V_m$.

Связь между скоростями смещения по падению склона и скоростями смещения по вертикали с учётом крутизны склона α выражается в виде:

$$\downarrow V_l = V_l \cdot \sin\alpha; \quad (2.7)$$

$$\downarrow V_0 = V'_0 \cdot \sin\alpha; \quad (2.8)$$

$$\downarrow V_m = V'_m \cdot \sin\alpha. \quad (2.9)$$

Связь между скоростями смещения по падению склона и скоростями смещения по горизонтали выражается в виде

$$\rightarrow V_l = V_l \cdot \cos\alpha; \quad (2.10)$$

$$\rightarrow V_0 = V'_0 \cdot \cos\alpha; \quad (2.11)$$

$$\rightarrow V_m = V'_m \cdot \cos\alpha. \quad (2.12)$$

Связь между скоростями смещения по вертикали и скоростями смещения по горизонтали выражается в виде

$$\rightarrow\downarrow V_l = V_l \cdot tg\alpha; \quad (2.13)$$

$$\rightarrow\downarrow V_0 = V_0 \cdot tg\alpha; \quad (2.14)$$

$$\rightarrow\downarrow V_m = V_m \cdot tg\alpha. \quad (2.15)$$

Измерение любой из указанных скоростей равнозначно. Достаточно измерения одной, чтобы вычислить остальные.

Анализ классификации скоростей и зависимостей, проведённый выше, позволяет сделать вывод, что любая по характеру единица измерения скорости смещения материала на склоне может быть выражена в виде любой по направленности единицы измерения скорости смещения материала на склоне и наоборот.

В практике скорость смещения измеряется различными методами, и при этом непосредственно определяются разные скорости (линейные, объёмные и по массе). Например, методами прокрашенных створов, фототеодолитных склоновых площадок, дендроэкранов измеряется линейная скорость смещения, а методом траншей-ловушек –скорость смещения по массе.

Аналогично определяются и смещения с разной направленностью (по падению, вертикальные, горизонтальные). Так, например, при сравнении разновременных аэрофотоснимков определяется горизонтальная (в плане) скорость смещения, а скорости по падению склона и вертикальная вычисляются. Поэтому указанные единицы скорости объективно классифицируются на экспериментальные и вычислительные.

Для разных по характеру единиц измерения скорости достаточно одной экспериментально определённой, чтобы, используя мощность h и плотность смещаемого слоя ρ, вычислить остальные. Для разных по направленности скоростей также достаточно одной экспериментально определённой, чтобы, используя крутизну склона α, вычислить остальные. В целом приведённые классификации скоростей и зависимостей [70, 108, 110], предполагают, что достаточно одной экспериментально определённой скорости смещения материала, чтобы вычислить остальные. Это отражается в классификации, составленной с учётом метода систем расчётных связей.

Выше отмечалось, что система единиц скорости смещения материала на склонах формируется вне зависимости от действительного характера смещения материала на склонах. Даётся лишь обобщённая скорость смещения.

Особого рассмотрения требует один частный случай. В курумах, представляющих собой чехол грубообломочного материала на крутых склонах, реально происходит смещение только отдельных обломков, а общее смещение курумов является результатом смещения отдельных обломков [109]. Это дало основание ввести понятие среднего смещения любого обломка Δl, которое составляет:

$$\Delta h = \sum_1^n l_1/N, \qquad (2.16)$$

где: l_l – величина смещения отдельных обломков на измеряемой площади;

N – общее число обломков на измеряемой площади, включая неподвижные [109]

В то же время среднее смещение любого обломка Δ_l – это то же самое, что смещение всего чехла обломков и курума в целом, поскольку наиболее активным из них является верхний слой. Таким образом, от измерения смещения отдельных обломков можно обоснованно перейти к оценке смещения всего чехла грубообломочного материала на склонах, но при этом вычисление вести с учётом обломков, оставшихся неподвижными, то есть оперировать понятием среднего смещения любого обломка Δ_l. Переход к скорости смещения проводится по уравнениям [110, 111].

Следует отметить, что известные измерения скорости смещения курумов в десятки сантиметров и даже метров в год являются резко завышенными именно из-за скорости смещения отдельных обломков. При этом не учитывались обломки, оставшиеся неподвижными, а последние явно превалируют в общем числе обломков. Корректные створы и фототеодолитные склоновые площадки, в которых использовались понятия среднего смещения любого обломка, или смещения всего чехла обломков, дали иной результат. Скорость смещения курумов оказалась весьма низкой и не превышает 1 мм/год, а скорее всего составляет доли миллиметра в год. Хотя проведённый объём измерений пока очень мал, но и он позволяет сделать новый качественный вывод о скорости движения курумов: в инженерном смысле курумы неподвижны [110]. Отметим, что в пользу такого вывода говорит и ряд других признаков. Это резко меняет сложившееся представление о курумах, как активном экзогенном процессе.

Для прерывистых геодинамических катастроф факт их проявления (происхождение селя, подвижка оползня, обвал и т.д.) является одной из возможных и эффективных мер оценки массопереноса. Относительно этой меры, понятие активности прерывистых геодинамических катастроф имеет статистический смысл, то есть измерений единичных проявлений процессов должно быть достаточно много. В качестве меры времени для оценки активности прерывистых гео-

динамических опасностей целесообразно принять универсальную единицу измерения – год. Тогда мерой активности прерывистых геодинамических катастроф будет являться год из возможных разновидностей скорости, а именно частота v, имеющая размерность год$^{-1}$, которая в общем виде представляет собой отношение числа проявлений прерывистых ЭП (n) к общему числу наблюдаемых объектов (z) за время (t, в годах):

$$V = n / z \cdot t. \qquad (2.17)$$

Данная единица измерения универсальна и более практична, чем известная оценка частоты, например, частота геодинамических катастроф - селей один раз в 10-15 лет и т.д.

Измерение числа проявлений прерывистых геодинамических опасностей может производиться на некотором множестве объектов наблюдения z и на единичном объекте, когда z = 1. Тогда уравнение (2.17) примет вид: $V = n / t$. В любом случае данные по проявлению прерывистых геодинамических опасностей могут быть получены в результате многолетних режимных наблюдений.

Для частоты геодинамических опасностей к площади S и линии L также целесообразно применить универсальную временную единицу «год», и тогда тоже будет иметь место величина, являющаяся разновидностью скорости. Например, частота к площади v_s будет описана уравнением $v_s = n / (S \cdot t)$. Принимая при этом наиболее целесообразную размерность для площади S (км^2),общая размерность v_s будет определена, как км$^{-2}$ · год$^{-1}$, аналогично для временной частоты к линии v_L справедливо $v_L = n / (L \cdot t)$, км$^{-2}$ · год$^{-1}$ [70, 110, 111, 112].

Каждое из этих уравнений позволяет вычислить соответствующую частоту за любой промежуток времени измерения, и в рамках этой частоты получить целое число или десятичную дробь – универсальную меру активности прерыви-

стых геодинамических опасностей, наиболее удобную, в том числе и для сравнения при исследовании разных регионов Таджикистана.

2.4. Эрозионные процессы и пути их предотвращения

Достойный вклад в изучение эрозионных процессов внесён Д.Л. Арманд, В.Г. Касаткиным, А.С. Козменько, С.С. Соболевым, Ю.С. Усковым, Якушливым, С.Н. Засловским, Г.П. Рожковым, К.М. Мирзажановым, Ф.Х. Хашимовым и др. Ими проведено эрозионное районирование и впервые составлена почвенно-эрозионная карта. В комплексной работе Института географии РАН, выполненной под руководством С.И. Чильвестрова, было проведено обобщение полученных материалов и продолжены исследования на качественно новом уровне с использованием [83, 84, 106, 108-110] для целей эрозионного районирования.

Систематические исследования (с использованием единой методики) для количественной характеристики процессов смыва почв не проводились. Однако в работе Б.А. Мансурова [78, 79] обоснован дифференциальной подход к оценке развития эрозии на отдельных почвах вертикальной зональности. Природные условия, определяющие эрозионный потенциал сложной территории Согдийской области, весьма разнообразны и в разных её частях неравнозначны. Так, в Курамино-Туркестанском районе основные потери почвы происходят в период весеннего снеготаяния в межгорных долинах с дождевыми водами (таблица 2.1).

Основными формами проявления эрозионных процессов на территории Северного склона Зеравшанского, южного склона Туркестанского хребтов являются водная эрозия, плоскостной смыв почв, овражная эрозия - Шахристанский, Ганчийский, Исфаринский, Истаравшанский районы и горные саи Зеравшана, Туркестана и Курамы.

Эрозионный потенциал Согдийской области, прежде всего, определяется рельефом местности, поверхностью склонов, наличием растительного покрова и крутизной и длиной склонов.

Таблица 2.1 - Изменение свойств почв при развитии эрозии (в % от несмытых почв)

Типы почв	Показатели	Несмытые почвы	Смытые почвы	Намытые почвы
Светло-коричневые почвы	частицы<0,01 мм	1,1	1,0	0,6
	гумус, %	3,0	2,0	1,8
	N, %	2,6	1,5	1,7
	C/N	1,1	1,3	1,1
	K_2O валовой, %	0,9	1,0	1,0
Темные сероземы	Частиц <0,01 мм	1,1	1,0	1,4
	Гумус, %	5,0	4,5	2,4
	N, %	2,9	1,3	1,6
	C/N	1,5	1,4	1,5
	P_2O_5, %	1,0	1,2	1,1
	K_2O, %	1,0	1,4	1,8
Горные дерново-карбонатные	Частицы<0,01 мм	0,7	0,7	3,4
	гумус, %	10,2	3,2	9,2
	N, %	5,1	2,1	-
Обыкновенные серозёмы	гумус	1,6	1,4	1,1
	ОВ, г/см^3	0,9	1,0	0,9
	N, %	1,8	1,3	1,2
	P_2O_5, %	1,2	1,4	1,2
Материалы Таджикской академии сельскохозяйственных наук. Распространение эрозионных процессов и их картографирование в Северном Та-				

джикистане (2010 г.).

Разными исследователями экспериментально по-разному оценивается зависимость смыва от геодинамических особенностей уклона поверхности(таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Зависимость смыва почв от морфометрических показателей рельефа (Жилко, 1976)

Длина, склона, м	Крутизна склона, грац		
	1-3	3-5	5-7
	% смытых почв		
90-100	47	63	64
100-200	49	56	76
200-500	50	92	77

Интенсивность эрозионных процессов усиливается с увеличением длины склонов, однако опасность усиления эрозии в связи с последним фактором косвенно зависит от ряда других причин водопроницаемости и противоэрозионной устойчивости режима выпадающих осадков. Следует отметить, что при высокой водопроницаемости почв длина склона имеет минимальные значение для развития эрозии.

Анализ результатов исследований [62, 69, 70, 124, 125], показал, что при крутизне склонов в 1-3°, смытие почв на склоне практически не зависит от его длины (таблица 2.2). Лишь с увеличением крутизны более 3° длина становится одним из ведущих факторов развития смывных процессов. Поэтому можно заключить, что более опасной является ускоренная геодинамическая эрозия, кото-

рая распространена почти во всех горных районах, от неё страдают основные отрасли сельского, водного и лесного хозяйства Зеравшанской долины.

Многолетние наблюдения [3, 4, 17] за формированием эрозии почв на южных и северных склонах Кураминского и Туркестанского хребтов позволили сделать вывод, что на процессы эрозии и формирование поверхностного стока основное влияние оказывают атмосферные осадки. Поэтому при разработке эффективных приёмов борьбы с водной эрозией и решения практических задач для различных территорий необходимо изучение распределения осадков и водного режима.

Сравнение годового выпадения осадков показало, что на горных территориях Согдийской области наиболее увлажнёнными являются зимние и весенние месяцы (на высотах 1000-2000 м над ур.м максимум довольно часто приходится на месяцы весны - март и апрель, иногда происходит незначительное смещение на апрель или май). В горных территориях довольно высокий суточный максимум осадков, который составляет 25-100 мм. Данное количество осадков часто имеет минутную или часовую интенсивность, то есть очень сильные, но непродолжительные ливни могут вызывать, как мощные селевые поток, так и значительную эрозию почв.

В горах Согдийской области затруднительно дать оценку интенсивности дождей, так как имеется недостаток гидрометрических наблюдений на указанной территории. Имеются данные [3], что продолжительность ливневых дождей здесь значительная, в среднем от 2 до 4 часов, максимальные часовые интенсивности составляют 7,8-12,1 мм, а максимальные минутные интенсивности - 0,5-2,2 мм. На большей части территории горных районов отмечаются осадки в виде дождей (49-69%). На территориях, расположенных на высотах 1800 м и выше, основная часть осадков – это снег. На высотах до 1000 м над уровнем моря выпадает 85-95мм, в зоне 1000-2000 м – 115-120мм.

Максимальной величины энергия дождей достигает на высотах 1100-1600 м над уровнем моря. Затем с высотой она уменьшается, следовательно, снижается и опасность эрозии. Поэтому для территорий с указанными высотами необходимо разработать особые мероприятия для борьбы с водной эрозией.

Важнейшими показателями, определяющими геодинамическую роль климата, являются атмосферные осадки, годовая сумма осадков колеблется от 120-140 в западной части Ферганской долины до 450-600 мм в высокогорных районах Зеравшанской долины. Наибольшее количество осадков приходится на апрель – июнь месяцы.

Выпадение осадков характеризуется неравномерностью их распределения – которое изменяется, как по месяцам, так и в течение года. На территории Согдийской области со второй половины июня до сентября месяца наступает «сухой сезон», когда осадки не выпадают совсем или выпадает их очень незначительное количество, что способствует проявлению геодинамических явлений. В этот период, из-за воздействия температуры воздуха и почвы, ветра и солнечной радиации на почву, происходит осыпание её частиц с берегов и оврагов, рытвин и промоин. Вследствие этого на нижележащие участки территории переносятся определённые количества твёрдых материалов.

В результате стационарных исследований [124, 125], для различных физико-географических зон Республики Таджикистан определена корреляция между смывами и стоками от величины суточных сумм осадков и их интенсивности (таблица 2.3).

Как видно из данных, указанных в таблице 2.3, в ряду полученных результатов встречаются отклонения, которые вызваны характером выпадения осадков. Так, интенсивность осадков оказывает большее влияние на эрозионные процессы и поверхностные стоки, чем суточные суммы осадков. При выпадении

дождей с одинаковой суточной суммой осадков поверхностный сток и смыв почв будет резко возрастать при большей их интенсивности.

Таблица 2.3 - Влияние суточной суммы осадков на смыв почвы (кг/га) и поверхностный сток (д/га)

Величина суточной суммы осадков, мм	Бассейн Акташ (Кураминский хребет)		Г. Дангара, южныегорыТаджикистана		Бассейн-Шахристан (Туркестанскийхребет)		Бассейнр. Варзоб (Гиссарскийхребет)	
	жидкийсток	смыв почвы	жидкийсток	смыв почвы	жидкий сток	смыв почвы	жидкий сток	смыв почвы
4-6	2 222	17,8	700	3,8	633	5,8	4800	1,1
10-12	1 333	40,0	1300	20,8	3000	80,8	2200	10,8
24,2	4 444	48,7	4500	47,7	5833	38,4	4100	16,8
30,4	46 000	256,6	-	-	-	-	-	-
40,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Составлено по данным А.А. Ханазаров [124, 125].								

При увеличении метеорологической интенсивности с 1 до 2 мм/мин количество жидкого стока возросло с 0,45 до 2 м^3/га, а величина смыва при этом увеличивается почти в 20 раз. Увеличение интенсивности дождя с 0,9 до 1,5 мм/мин приводит к увеличению стока более чем в два раза, а смыва - в 46 раз.

В мае интенсивность дождейувеличивается в 6 и более раз, в связи с чем жидкие стоки увеличиваются до десяти раз, а твёрдые- в 5-6 раз.

Выпадение ливней высокой интенсивности способствует формированию значительного стока даже на покатых склонах и сильно заращённых густой тра-

вянистой растительностью. Рост количества выпадающих осадков и их интенсивности вызывает более значительное геодинамическоеувеличение значений твёрдого стока, то есть стекающие воды имеют повышенную мутность, что в свою очередь, вызывает резкое усиление геодинамических опасностей.

Под влиянием метеоусловий на развитие геодинамических процессов эрозии понимается количество и интенсивность выпадающих осадков, кинетическая энергия стекающего дождя, скорость таяния снега и его масса, температура, скорость и направление ветра и т.д.

На развитие геодинамических явлений влияет длина склона, она является важным фактором, приводящим к смыванию почв, потому что эрозионно-размывающая сила потока усиливается при прохождении стока по склону и увеличении объёма стекающей воды. По имеющимся данным, со склонов крутизной 3° при длине 400 м было смыто 19 м^3/га, а при длине 500м – 25 м^3/га[124, 125]. В Таджикистанепри увеличении длины склона в 2,5 и 4 раза величины значений смыва почвы увеличиваются на 34 и 53%, соответственно. Также при увеличении длины склоновотмечается увеличение числа различных незначительных неровностей на их поверхностях (рельеф изменяет свой внешний вид), в результате скорость стекающих вод снижается, а время соприкосновения водных потоков с поверхностью почвы увеличивается, за счёт чего в почве усиливается фильтрация воды.Помимо этого, в микропонижениях и углублениях почвы некоторая часть воды задерживается, вызывая снижение скорость водяной массы и, соответственно, способствует замедлению эрозии.

Кроме того, большая суточная сумма осадков (от 50 до 70 мм) оказывает более ярко выраженное влияние на длину склона и стоки-смывы почвы, чем при прохождении небольших дождей.

Согласно проведённым исследованиям [3, 4, 5, 17, 20], в изучаемом регионе целесообразно отдельно выделить влияние экспозиции склонов, растительности и хозяйственно-техногенной деятельности на смыв почвы.

Экспозиция склонов в горах существенно изменяет характер почвенного покрова и растительности, что влияет на поверхностный сток и эрозию почвы. Обычно южные склоны наиболее эродированы, так как на них резче выражены колебания температуры и влажности почвы, а гумусовый горизонт имеет меньшую мощность. Особенно сильное влияние экспозиции склонов обнаруживается в период интенсивного весеннего снеготаяния и ливневых дождей.

В горных районах на территории правобережья р. Сырдарьи смыв почвы во время интенсивного таяния снегов на склонах северных экспозиций Кураминского хребта был в 2,6 раза меньше, чем на южных. Примерно такие данные получены для горных районов Согдийской области С.Я. Абдурахимовым и М.М. Абдурахимовой,которые отмечают, что на северных склонах даже при их большой крутизне, смывы почвы были меньше в 2 раза, чем на южных. На юго-западном склоне Туркестанского хребта, имеющего крутизну 20-22°, смыв был больше в 11,2 раза, а сток - в 3,4 раза, по сравнению с южным склоном, имеющим такую же крутизну. Со склонов северной экспозиции, имеющих крутизну склонов от 23 до 24°, сносится 1900 м^3/га,а с юго-западной - 2100 м^3/га почвы [3, 4, 8].

Для защиты почв от водной эрозии самым главным можно считать дикие травы, дикие кустарники и деревья (естественную растительность). Многие исследователи отмечают, что после сильных дождей ранней весной на целинных землях не образуются большие водные потоки, тогда как на обрабатываемых полях водные потоки встречаются повсеместно. Корни растений скрепляют слои почвы, придают поверхностям склонов большую шероховатость, задерживают сток воды, что заметно снижает почвенную эрозию. Объёмы стока и раз-

меры почвенной эрозии напрямую зависят от растительного покрова склонов, который является проективным покрытием склонов, а также затенённости склонов.

Травянистая естественная растительность, а также посевы многолетних трав являются основными факторами противоэрозионной эффективности. При этом эрозионные процессы снижаются к периоду выпадения ливневых осадков в зависимости от видового состава трав, их густоты на определённых территориях, развития их надземных частей и корневой системы.

Густой, хорошо развитый растительный покров резко уменьшает опасность проявления эрозии при неблагоприятных условиях рельефа и большом количестве выпавших осадков. Отмечается, что при выпадении большого количества осадков на лесистых склонах, или покрытых кустарниками, возможность проявления эрозионных процессов намного ниже, чем при выпадении слабых осадков с малой интенсивностью на склонах без растительности или со слабыми растительными покровами. В этом отношении крутые горные склоны в Фанских горах, на которых растёт густая растительность, испытывают значительно меньшую эрозионную нагрузку, чем пологие склоны горной Матчи, которые лишены растительности (таблица 2.4).

В Республике Таджикистан авторами [98-100, 117-119, 127] методом искусственного дождевания впервые установлено, что нарушение дернины в предгорной зоне и уничтожение густых травостоев способствуют значительному увеличению смыва, который на крутых склонах (крутизной более 27°) составляет от 15 до 35 т/га, или в среднем увеличивается в 17 раз. Многолетние травы хорошо защищают почву от эрозии уже на второй год жизни. Корни их скрепляют почву до глубины 20-25 см и больше, а при проективном покрытии 85-95% полностью предохраняют от смыва.

Таблица 2.4 - Эффективность различных групп противоэрозионных мероприятий

Наименование групп противоэрозионных мероприятий	Природно-климатические зоны			
	долинная	низкогорная	среднегорная	высокогорная
	Ожидаемая эффективность противоэрозионных мер			
Противоэрозионная организация территории	+++	+++	+++	+++
Агротехнические	++	++	+++	+++
Агрономические	+++	+++	+++	+++
Агромелиоративные	+++	+++	+	-
Лугово-мелиоративные	+	++	+++	+++
Лесомелиоративные	-	+[2]	+++	- -
Лесогидротехнические	-	++	+++	++
Пастбища мелиоративные	-	+++	+++	.+++
Гидротехнические	+	++	+++	++
Включая:				
Берегоукрепительные сооружения	+++	++	+	-
Засыпки оврагов	+	+	-	-
Донные сооружения	+	+++	+++	+
Террасирование	-	++	+	-
Водозадерживающие сооружения	+	-н-	++	++
Водоотводящие сооружения	+	+++	+++	++
Водосборные сооружения	+	-	+++	+
Автосеяние (Haloxylon)	+++	-	-	-
Эффективность мероприятий: +малоэффективно (при орошении весьма эффективно); ++эффективно (при создании приовражных лесных полос из засухоустойчивых пород эффективно); +++весьма эффективно (применение ограничено из-за дорогостоящих				

капитально-планировочных работ).

Для расчётов социально-экономических показателей можно воспользоваться формулой:

$$y = (Ф_З \cdot С)/Г_З,$$

где:у-ущерб, нанесённый геодинамическим процессом плодородию почвы, превышающий допустимый смыв (сомони/га);

$Ф_З$ - условная цена гектара земли, как средства производства (сомони/га);

С-интенсивность геодинамического смыва, превышающая допустимый уровень эрозии (см/год), равная ($С_0$-$С_д$), где $С_0$-общий геодинамический смыв, а $С_д$-допустимый уровень эрозии;

$Г_З$ - запас мощного гумусового горизонта (см), равный ($Г_п$-$Г_к$), где $Г_к$- критическая мощность слоя.

Если геодинамический смыв представить в тысяч га/год, в развёрнутом виде формула примет вид:

$$y=(0,0083(Д_4-КФ_м)\cdot(W_с – W_{доп}))/(К(Г_п-Г_к)),$$

где: $W_с$-средний геодинамический смыв с склона, на котором соблюдается условие $W_с>W_{доп}$.Величины геодинамического смыва могут быть определены по одной из известных методик [99, 125].

Для определения условий цены земли, как средства производства, мы предлагаем рассматривать землю, как производственные фонды, полученные от государства наряду с другими капитальными вложениями по данной отрасли хозяйства, со сроком окупаемости капитальных затрат. Тогда условная цена [78] гектара земли ($Ф_З$) равна:

$$Ф_З\cdot(Д_4-КФ_м)/К,$$

где: $Д_4$-чистый доход с 1 га;

К-нормальный коэффициент эффективности капитальных вложений =0,12;

$Ф_м$-среднегодовая стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств, исчисленная на га.

Оценка геодинамического ущерба основывается на определении условий цены земли, темпов смыва и критической мощности гумусного горизонта (при которой получение чистого дохода не гарантировано). Путём деления условной цены земли (сомони) на запас мощности (см) может быть оценён каждый см перегнойно-аккумулятивного горизонта, обеспечивающего получение чистого дохода, что даёт возможность оценить в денежном выражении слой почвы, превышающий допустимый уровень геодинамического давления вследствие неправильного обращения с землёй.

Комплекс мер по борьбе с эрозионными процессами должен проводиться на всей площади водосбора. Наблюдения [3] показали, что фрагментарное применение различных способов борьбы с эрозией не защищает почву от протекания негативных процессов, а иногда даже усиливает интенсивность их развития. На основании полученных данных для изучаемой территории, предложена группировка всех противоэрозионных мероприятий по их эффективности в зависимости от высоты природных зон Согдийской области, по территории южного склона Кураминского хребта и Моголтау.

Выводы по второй главе

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Из всех видов природных катастроф землетрясения являются наиболее измеримыми и документированными. На территории Таджикистана произо-

шли сильнейшие землетрясения: Каратагское (1907 г.) с магнитудой 9,0; Сарезское (1911 г.) – 9,1; Хаитское (1949 г.) – 8,7; Кайраккумское (1985 г.) – 8,2; Гиссарское (1989 г.) – 6,7; Рушанское (2016 г.) – 5,6.

2. Для оценки интенсивности сейсмических колебаний территории Таджикистана используют шкалу MSK-64. Она позволяет оценить силу землетрясений по произведённому ими эффекту на поверхности. Показано, что всю территорию Таджикистана общей площадью 142,8 тыс. км^2 занимают чрезвычайно опасные в сейсмическом отношении 8-9-балльные зоны.

3. В Таджикистане выявлены основные природные катастрофические явления, представляющие основные риски для населения и территории страны, которыми являются сели и лавины (77%), далее по уменьшению степени рисков следуют землетрясения (12%), оползни (7%), и наводнения и сильные ветра (соответственно, по 2%).

4. Геодинамические катастрофы имеют последствия, как прямого, так и косвенного характера. Прямыми последствиями являются такие, когда они происходят с гибелью людей, наносят психические или физические травмы, влекут за собой потерю крова, нарушают нормальный уровень жизнедеятельности людей. Косвенные (социальные) последствия катастроф – это вызванные природными катаклизмами вспышки эпидемий, нарушение воспроизводства населения и, как следствие, снижение уровня и качества жизни людей, проживающих на данных территориях.

5. Рассмотрено понятие активности геодинамической опасности. В ходе исследовательской работы получен обширный материал для описания экзогенных геодинамических процессов, в частности, гравитационных движений на склонах горных массивов Курамы, Моголтау, Туркестана и Зеравшана. К ним можно отнести обвалы, осыпи, осовы, вывалы, оплывы, срывы, оползни, сплывы, оползневые потоки – каменные и щебнистые реки. Все они относятся к по-

верхностным слоям склоновых опасностей. При решении поставленной задачи возникла объективная необходимость решения вопросов, связанных с камнепадами, так как камнепады в Таджикистане являются одной из видных определяющих геодинамических катастроф.

6. Рассмотрены значительное количество работ учёных-исследователей, посвящённых камнепадам, в частности, А.Н. Каюмовой, которая разработала геомеханическую модель камнепада, усовершенствовала программный продукт Roxim, используемый для компьютерного моделирования, в котором учитываются свойства горных пород, параметры камней, типы и характеристики движения камней по поверхностям и др. характеристики.

7. Показано, что основные геодинамические опасности для нашей страны – камнепады, осыпи, дефляция, карст, сели, оползни и др. На территории Таджикистана отмечаются сложные экзогенные условия, обусловленные природным разнообразием, комплексом геодинамических процессов, резко отличающихся между собой различными геодинамическими природными особенностями.

8. Геодинамические опасности подразделены по характеру проявления на условно-непрерывный и прерывистый. К условно-непрерывным относятся процессы, динамика развития которых определяется, в основном, замкнутым годичным циклом факторов геодинамических процессов и, кроме того, более крупной негодичной цикличностью, связанной с теми же факторами. К условно непрерывным процессам относятся: выветривание, солифлюкция, эрозия, абразия и т.д. К прерывистым относятся процессы, проявления которых определяются в основном внегодичной цикличностью изменяющихся факторов – это оползни, сели, обвалы и т.д.

9. Изучена система измерения поверхности склонов, так как из общей площади территории Таджикистана 18,3% приходится на землю с крутизной

склонов до 10°, 14,7% - от 10 до 20°, 17% - от 20 до 30°, 28,3% - более 30°, 21,3% составляют склоны, осыпи. В целом, склоны могут быть разделены по: 1) морфологическим признакам - крутизне, длине, форме, протяжённости в направлении, уклоне; 2) факторам, вызвавшим их возникновение; 3) особенностям движения материала на них, находящих своё отражение в свойствах и строении чехла обломков. Склоны по их происхождению можно объединить в три основные группы, которые характеры для Согдийской области: тектонические,денудационные склоны, аккумулятивные склоны.

10. Рассмотрены эрозионные процессы и показаны пути их предотвращения. Отмечается, что комплекс мер по борьбе с эрозионными процессами должен проводиться на всей площади водосбора. Фрагментарное применение различных способов борьбы с эрозией не защищает почву от протекания негативных процессов, а иногда даже усиливает интенсивность их развития. На основании полученных данных для изучаемой территории, предложена группировка всех противоэрозионных мероприятий по их эффективности в зависимости от высоты природных зон Согдийской области.

ГЛАВА 3.ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНО-СТИХИЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

3.1.Селевые и лавинныекатастрофы

3.1.1. Селевые катастрофы

Во всех предгорных и горных местностях имеют распространение селевые явления, которые также имеют место в некоторых равнинных, овражно-балочных и холмистых местностях. В Таджикистане 93% территории занимают горные местности, на которых проживают около 72% населения. В Таджикистане от селей погибают тысячи людей, а ущерб от селей измеряется сотнями миллионов сомони. Так, с 2000 по 2016 год в Согдийской области от селей погибло более 300 человек, уничтожено 1100 га посевов и 3 тыс. домов, многие мосты и линии электропередач и сотни километров автомобильных дорог были занесены селевыми выносами.

Правительство Таджикистана выделяет значительные средства на борьбу с селевой опасностью, однако во многих районах противоселевые сооружения отсутствуют или малоэффективны. Разработка научно обоснованных методов защиты от селей сельскохозяйственных территорий, жилых домов, промышленных предприятий и других объектов является одной из первостепенных проблем при дальнейшем освоении горных районов Таджикистана.

Территория бассейна р. Зеравшан является одним из самых селеактивных районов Таджикистана. Хотя правительство и принимает меры для проектирования гидротехнических и противоселевых сооружений, сложившаяся в бассейне реки Зеравшан природно-стихийная обстановка настоятельно требует

разработки теории геодинамического формирования и движения селей (рисунок 3.1).

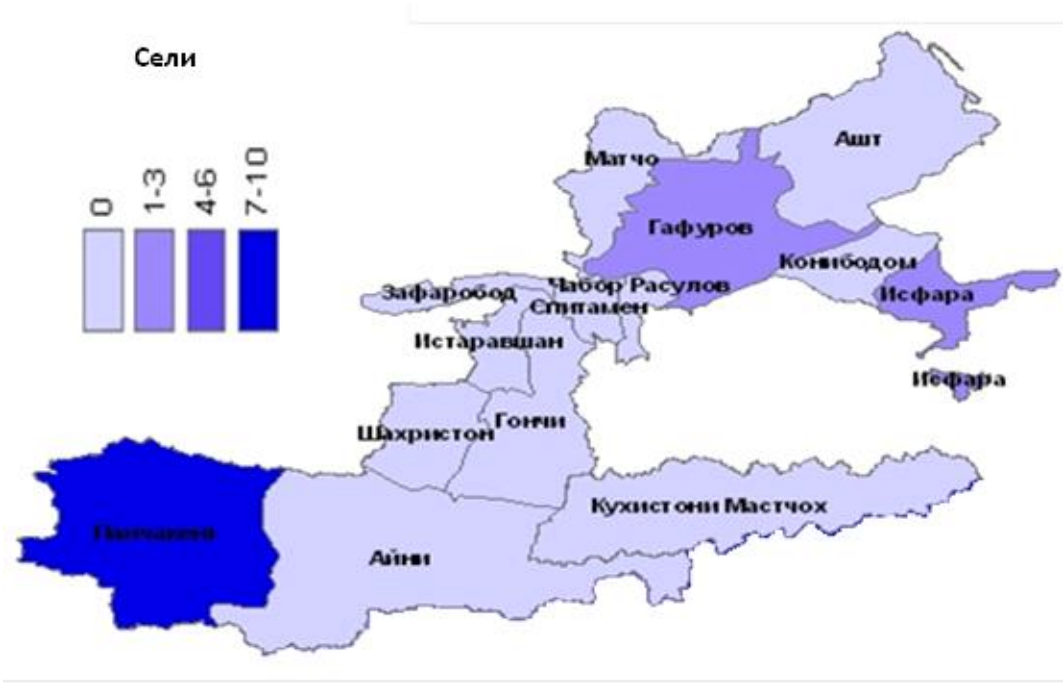


Рисунок 3.1 - Природные селевые опасности Согдийской области.

По первичному характеру геодинамического сдвижения (сдвига) рыхло-обломочного материала различают - грязевые, грязекаменные, эрозионные, оползневые первоначальные сдвижения твёрдой фазы (рыхлообломочный материал, наносоводный) и грязе-каменно-наносоводные, где по мере дальнейшего движения смешенного массива и поступления воды происходит нарушение структуры и оплывина переходит в сель.

Необходимо отметить, что М.Р. Якутиловым [130, 131] впервые в Таджикистане детально рассмотрены селевые потоки при наличии значительных уклонов русла и склонов бассейна горных рек, скоплении в русле и на склонах бассейна легко смываемого рыхло-обломочного материала и кратковременных, но интенсивных ливневых дождей. Селевые потоки подразделяются: по признакам геоморфологического строения бассейна; петрографической особенности горных пород, слагающих склоны; геодинамических явлений; высотного пояс-

ного бассейна; крутизны склонов и их экспозиции; характера почвенного и растительного покрова; климатических условий.

Исходя из этого, территория Таджикистана по степени селеопасности разделена на следующие районы:

1) территории, повреждённые слабой селевой деятельностью;

2) повреждённые средней селевой деятельностью;

3) повреждённые сильной селевой деятельностью;

4) повреждённые весьма сильной селевой деятельностью.

Также выделены территории с преобладанием того или иного типа селевого потока.

С точки зрения селевой геодинамической опасности, Зеравшанский бассейн представляет собой сильно расчленённый рельеф. Огромные площади южного склона Туркестанского хребта заняты скалами, осыпями, маренами и гравитационными материалами. Русла горных саев имеют большие падения с мощными обломочными материалами. В целом, склоны северного Зеравшана и южного Туркестана очень крутые, средняя крутизна их более 30°.

Сели, проходящие по северному склону Туркестанского хребта, по гранулометрическому составу рыхло-обломочного материала разделяют на:

1) грязевые (частиц размером 2 мм менее 10%);

2) валунные (валунов и глыб более 10%);

3) с крупнообломочной частью (частицы размером более 2 мм), которая, как правило, играет роль инертного материала, а мелкозём (до 2 мм) образует связную грунтовую (селевую) массу, удерживая на поверхности частиц значительное количество воды.

По геодинамическим (физическим) типам различают: связные сели, к которым относятся селевые потоки, проходящие на южном склоне Кураминского хребта, в которых вся вода (или большая её часть) находится в связанном состо-

янии с глинистыми частицами, и несвязанные сели, транспортирующей массой которых в основном является свободная вода. Сели движутся, как правило, не непрерывно, а отдельными валами (высота от 2 до 9м), что обусловлено образованием заторов и последующим их прорывом в сужениях русел за счёт накопления твёрдого материала. К ним относится прошедший в июне 1999 г. сель в селениях Мулламир Кулиходжа и Дагана, унёсший жизни 49 жителей села.

Селевые потоки могут течь в турбулентном и ламинарном режимах, со скоростью движения до 10-15 м/с. Продолжительность прохождения селя, в основном, от 1-3 до 12 часов и более. Плотность потоков зависит от содержания и петрографического состава твёрдой составляющей и изменяется по мере движения селя [31]. При большой геодинамической турбулентности селевая масса содержит большое количество воздуха, особенно в верхней части потока. Плотность несвязных селей от 1,1 до 1,5 т/м^3, связных - от 1,4 до 2,0 т/м^3. Максимальные расходы селевых потоков составляют тысячи м^3/с, иногда млн. м^3/с, объем суммарных выносов твердого материала - десятки млн. м^3, крупность переносимых обломков в селе Дагана Аштского района составила 4-5м (в поперечнике), масса - около 50-100 т.

Катастрофические селевые потоки формируются по саям Сардобсай, Кансайсай, Уткансай, Карамазарсай, Долонасай, Мулломирсай, Пангазсай, Ашабасай, Гудассай, Аштсай, Пунуксай, Куруксай. В основном, селевые потоки, являются грязекаменные, особенно Аштсай, Пангазсай, Мулламирский, часто увлекают за собой крупные камни.

В Согдийской области имеют место около 150 селевых русел, которые имеют направленность от северного и южного и склонов гор Моголтау и Кураминского хребта, они спускаются в юго-западном направлении Ферганской депрессии.Это селевые бассейны Акташ, Ашт, Курукай, Такели, Уткансу, Мулламир, Пангаз, Наугарзан и др., в которых проходят от 6 до 8 селей. Наибольшие

катастрофические селевые потоки отмечаются при суточном выпадении осадков от 35 до 50 мм. Отдельные сели достигают максимальных расходов более 80 $м^3/с$ (в 1999 г. расход селя в бассейне р. Муалламирсай составил более 85 $м^3/с$), их продолжительность действия потока достигает трёх часов.

В Туркестанском хребте селевые бассейны в основном расположены на северных склонах – это селевые бассейны Шахристан, Басманда, Аксу, Худжа-бакирган, Шураб, Исфара и др. В указанных бассейнах селевые явления развиваются слабее и реже. В селевых очагахШахристан (1992 г.), Янгиарык (1989 г.), Басманда (1989 г.) и др. катастрофические селевые потоки в основном представляют собой водо-каменные игрязевые сели (рисунок 3.2).

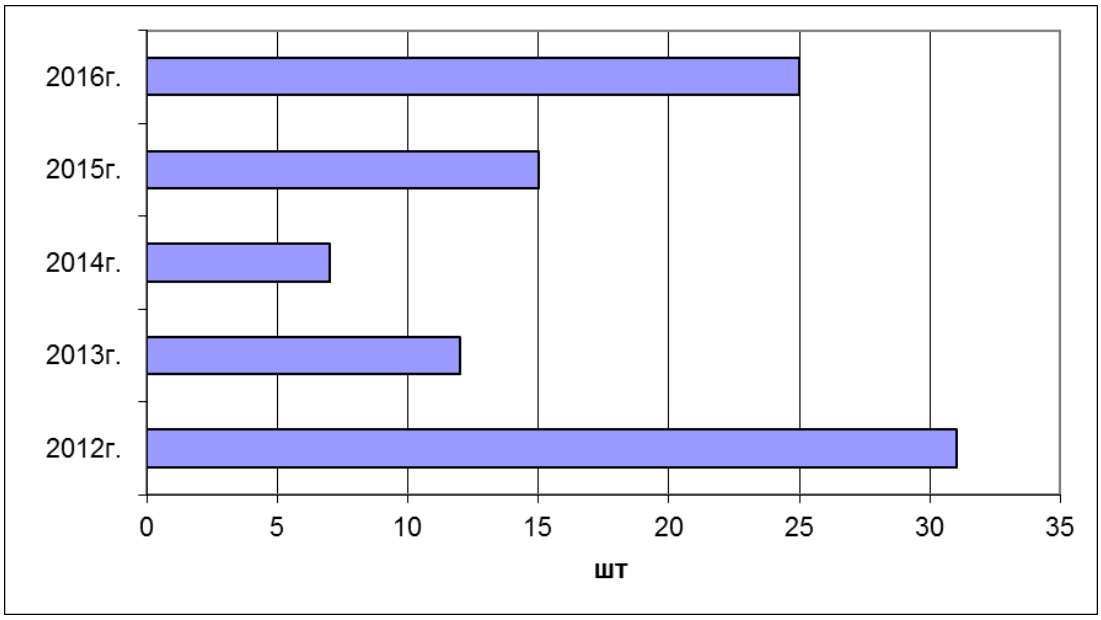


Рисунок 3.2 – Развитие природных стихийных явлений в Таджикистане в динамике за 2012-2016гг.

В адырных зонах также отмечается прохождение селей. В Таджикистане селевые очаги встречаются в Кызилинских Деваштичских, Истаравшанских, Наукатских, Дегмайских, Рухакских, Кайраккумских, Самгарскихадырах. Действие селей в этих адырах отличается кратковременность, а сами сели незначительны по объёмам (1-1,5 $т/м^3$) и интенсивность их составляет от 20 до 35 $м^3/с$.

При проведении геодинамических исследований отмечается, что для разработки моделей селей применяются различные подходы с концептуальным и эмпирическим обоснованием. Автором применены обобщённые подходы для расчётных схем, что даёт возможность их применения в различных областях Республики Таджикистан. Геодинамические исследования были проведены по следующим направлениям:

а) разработка конкретных частных моделей формирования селей для определённой территории, оценка параметров селей и расчёты максимальных расходов и объёмов;

б) те же действия, применимые для расчётов скорости движения селевых потоков, имеющих высокую плотность, с использованием конкретных морфометрических параметров селевых масс и русел определённых горных рек.

Впервые для бассейна р. Зеравшан, который отличается наличием специфических условий, применены подходыспециалистов по селям из Российской Федерации, собран большой объём наблюдений, составлены карты селевых очагов, для отдельных селей рассмотрены их эмпирические характеристики.

Селевые бассейны можно разделить на 3 группы. Первая группа - относятся грязекаменные и грязевые бассейны, в которых происходит формирование грязекаменных и грязевых селевых потоков с высокой плотностью, значения которой колеблются в пределах от 1800 до 2300 кг/м^3. Сели указанной группы обладают огромной разрушительной силой и возникают с большой частотой. Бассейны данных селей образовались за счёт эрозионно-сдвиговых и сдвиговых процессов.

Ко второй группе селевых бассейнов относятся наносоводные, для них характерно прохождение только наносоводныхселей. В Таджикистане насчитывается 26 наносоводных селевых бассейнов.

К третьей группе селевых бассейнов относятся грязево-каменно-наносоводные бассейны. В этих бассейнах грязекаменные сели происходят редко, с повторяемостью не чаще одного раза в течение 10-20 лет или ещё реже. В указанных селевых бассейнах отмечаются максимальные значения осадков в виде ливней, что является отличительной чертой от бассейнов первых двух групп.

К сожалению, на территории Согдийской области нет таких селевых гидрометеорологических станций, которых бы изучали все три вида селевых бассейнов. В бассейне реки Зеравшан, который относится к наиболее селеопасным, количество этих станций недостаточно. На гидрометеорологических станциях в сезон схода селей (апрель-август) не проводятся ежегодные наблюдения за селями, такие, как прогнозирование селей, основные физико-химические характеристики и свойства селевых потоков, параметры движения селевых потоков, условия их формирования, механические свойства селевых потоков и др.

В бассейне р. Зеравшан, который является водосборным, отсутствуют пункты, в которых проводились бы измерения уровней подземных вод, метеорологические пункты для измерения осадков, наблюдения за движением двигающихся пород и грунтов, скоростями размыва почвы на селеопасных участках.

Важнейшими геодинамическими факторами являются расходы водных потоков перед входом в катастрофический очаг, гранулометрический состав пород горных участков, по которым возможно прохождение селевых потоков, потенциальные наклоны селевых массивов. За данными параметрами необходим регулярный надзор, так как при критических превышениях данных параметров начинают развиваться селевые процессы.

Критических значений имеется два: первый из них (X_1) – определяет для рыхлообломочных пород их динамическое равновесие, которое зависит от потока грунтовых вод, то есть затопления. Второй параметр (X_2) – рассматривает

потенциональные селевые массивы при полном обводнении, находящиеся в статическом равновесии.

Сдвиг всех элементов потенционального селевого массива, с наиболее крупными глыбами и валунами, происходит при катастрофическом расходе воды, когда водными потоками выносятся рыхлообломочные породы. Исключение представляют только отдельные объекты, которые не приходят в движение и не влияют на массовый сдвиг верхнего слоя территории.

Селевые катастрофы делятся на сдвиговые, эрозионно-сдвиговые и транспортные [9, 26, 27, 127]. Развитие одного из типов селевого процесса зависит от продольного уклона селевой поверхности. Каждая конкретная горная породаимеет определённые характерные критические уклоны, выше или ниже которых возможно развитие определённого селевого процесса. Так, селевая транспортная катастрофа происходит только при угле наклона X-X_1.Залегающие под углом наклона X-X_1 рыхлообломочные породы, превышая критический расход, могут самостоятельно начать массовое лавинное движение, при смешивании с водой они создают сели высокой плотности. При X-X_1 возможна сдвиговая селевая катастрофа.

Обычно, селевые очаги разграничивают на селевые вырезы, селевые рытвины и очаги рассредоточенного селеобразования. На основе полевых работ по исследованию условий селеформирования и следов сошедших селей, дешифрирования аэрофотоснимков определены основные очаги на территории рассматриваемых горных рек и бассейна р. Зеравшан. Для территории бассейна р. Сырдарьи разработана карта с указанием очагов распространения селей. Выявлено, что на данной территории большинство очагов селеобразования относятся к рассредоточенному типу. В аридных зонах Аштского и Самгарского районов количество очагов селеобразования мало, а площади их незначительны. Общее

количество, учитывая горные речные селевые бассейны, в этом районе составляет более 75%.

Противоселевые дамбы, селеотводные каналы, селеломы распространены на северном склоне Туркестанского хребта, а также в селеносных бассейнах Сардабасай, Уткансу, Пунук, Гудас, Ашаба, Пангаз, Мулломир, Карамазар. Образование катастрофических селей происходит при суточных максимумах осадков от 30 до 45 мм. Отмечается, что в 1985 году (май месяц) в предгорьях Моголтау произошло образование катастрофического селевого потока с интенсивностью от 50 до 70 м^3/с, продолжительностьселевого потока составляла 2-3,5 ч. Поток нанёс тогдашнему г. Ленинабаду(в настоящее время г.Худжанд) большой экономический и моральный ущерб. После этого катастрофического селя возникла необходимость защитить правобережную часть города. Были построены селезащитные сооружения, в частности, селеотводные каналы, противоселевые дамбы и различные насыпные сооружения. К сожалению,в настоящее время все они разрушены и находятся в плачевном состоянии.

Насыпные техногенные сооружения были также возведены на реках Беликсай, Уткансай – их ёмкости селехранилища составляли 5-7 млн м^3,высота – 6 м, длина 12,5 км, на реке Сардабасай – длина селехранилища составляла 15 км. Большое число селевых дамб было построено на южном и северном склоне Моголтау – в руслах сухих саев Джигылык, Айры, Чолата, Кашкир, а также в предгорьях Кураминского хребта. Дамбы строились длиной от 40 до 60 м, шириной 6-7 метров и предназначались для защиты полей сельскохозяйственных культур. Однако эти мероприятия не снижали остроту проблемы.

Сдвиговый геодинамический процесс происходит только в потенциональном селевом массиве. Процесс формирования селя занимает различное время и зависит от температурного, водного режима бассейна, интенсивности накопления критической массы.

В период между селями, который длится различное время – от нескольких дней до десятилетий, в слое потенциального селевого массиваизменяется гранулометрический состав, происходит формирование мелкозернистых фракций пород, их перераспределение снизу вверх, когда мелкие камни двигаются вниз, а крупные – в верхний слой.

В селевом массиве при накоплении и трансформации селевых масс распределяются силы сцепления и трения, при этом формируется «контактный слой», который резко изменяет водно-физические и физико-механические свойства всего селевого массива. В потенциальном селевом массиве при длительном фильтрационном обводнении или при выпадении большого количества осадков происходит образование катастрофических селевых потоков.В соответствии с этим, объем селевого потока за счёт геодинамических явлений, принято определять объёмом деятельного слоя.

В Центральной Азии одними из самых селеопасных катастрофических районов являются водосборные бассейны рек Таджикистана. Образование селей на данной территории обусловлено геолого-геоморфологическими факторами, резкой контрастностью физико-географических условий, сложной природно-ландшафтной обстановкой. Также на развитие селей оказывают влияние климатические условия районов, часто образование катастрофических селей вызывается интенсивными ливнями.

В настоящее время на образование селевых потоков оказывают воздействие техногенные и антропогенные факторы, за счёт которых на территории Согдийской области селевая деятельность резко активизировалась. При дешифрировании аэрофотоснимков и рекогносцировочных обследованиях выявлено 80 потенциальныхселевых массивов в бассейнах реки Сырдарьи, а при проведении полевых исследований, проводимых в потенциальных селевых массивах гор Моголтау,проведена разработка методики, основанная на эмпирической за-

висимости, которая позволяет рассчитать максимальные расходы селей и их объёмы. Однако данная методика требует доработки, в частности, в ней не учитывается трансформация селей при их прохождении по склонам различных территорий. В связи с этим предлагается на склонах Моголтау организовать сеть пунктов наблюдения за лавинной опасностью.

3.1.2. Лавинные катастрофы

Статистика такова, что от лавин в мире погибает в среднем 200 человек каждый год, в России – около 20 человек, а в Республике Таджикистан- 20-30 человек [101-103]. Большинство горных районов Южной и Северной Америки, значительная часть горных территорий Евразии являются лавиноопасными. Около 6% поверхности, что составляет порядка 9,2 млн. км^{2}подвергаются лавинной опасности. На территории России 3,1 млн. км^2 – это лавиноопасные территории, что составляет около 18% от общей площади лавиноопасных районов Земли. Однако только 800 тыс. км^{2}являются потенциально лавиноопасными территориями.

Лавины представляют собой обвалы или соскальзывания с наклонных горных поверхностей снежных масс. Они образуются в горных территориях с устойчивым снежным покровом. Причинами схождения снежных лавин являются значительные накопления на горных склонах снежного покрова. Причины сухих лавин - это недостаточное сцепление свежевыпавшего снега с подстилающимиповерхностями в течение первых двух-трёх суток после снегопада [80]. Мокрые лавины – образуются во время дождей или оттепелей, когда между подстилающей поверхностью склона и нижней поверхностью снега образуется водная смазка. Кроме того, резко повышают вероятность схода лавин такие факторы, как образование в нижней части снежной массы разрыхления, состоящего из кристаллов глубинной изморози, не связанных друг с другом.

Естественно, как отметил Е.М. Сергеев [92-94], что лавины отличаются от селей, хотя бы уже потому, что происходит движение не воды, а снега. Конкретно это выражается в том, что в отличии от областей питания селей, количество участвующего в лавине каменного материала невелико и составляет всего доли процента. По нашим наблюдениям, движение лавин в Майхуре и на южном склоне Зеравшана, проходящих по склону, покрытому снегом, приводит к их постоянному росту в своём объёме и ускорению движения. Движение лавин начинается на склонах с СЗ на ЮВ, чаще всего имеющих крутизну более 25°. Большое количество снега еще не является обязательным условием для возникновения снежной лавины. Согласно закону Томсона, упругость пара над разными по форме частями снегов различна. Водяные пары возгоняются с поверхности большей крутизны путём сублимации, а лёд кристаллизуется на поверхности меньшей кривизны. Это приводит к тому, что мелкие кристаллы льда исчезают, крупные растут, причём острые концы их сглаживаются, а кристаллы округляются. Процессы перекристаллизации и, в связи с этим, разрыхление снега особенно интенсивно происходят в нижней части снегового покрова, так как возгонка паров идёт с нижних слоёв в верхние, вследствие разницы температур, которая достигает 10-15°.

По морфологическим признакам и характеру движения различают три типа лавин: прыгающие - скачкообразно перемещающиеся по уступом склонов, лотковые – их схождение происходит по эрозионным бороздам, логам и ложбинам, снежные осевые– соскальзывающие независимо от русел по всей поверхности склона. Все три типа снежных лавин могут вызвать значительные разрушения, привести к человеческим жертвам и большим материальным убыткам. Так, 28 января 2017 г. на участке от 51 до 71 км автотрассы Душанбе-Худжанд в результате схода более 60 лавин были заблокированы участки дороги. Под лавины попали 8 машин. В ожидании возобновления движения на трас-

се застряли более 300 автомобилей. По последним данным, погибло 8 человек. Во время спасения попавших под снежные завалы людей работника КЧС и ГО РТ Саюмарса Гулматова накрыла ещё одна лавина. Тела были обнаружены лишь через трое суток. Одновременно снежная лавина сошла на трассе Ишкашим-Хорог, было эвакуировано около 500 человек, 30 грузовых и 60 легковых автомобилей, погибла женщина и один человек пропал без вести. Напряжённая обстановка сохранялась на автодороге Душанбе-Хорог-Мургаб, которая была закрыта из-за схода лавин на территории Рушан, Шугнанских районах ГБАО. Из-за потепления (в конце января) вероятность схода лавин в Айнинском районе, в горах Гиссарского хребта и в районах ГБАО увеличивается в несколько раз. При движении снежной лавины разрушения возникают и от сильной волны воздуха, сопровождающего спуск лавины.На рисунке 3.3 приводится динамика развития природных и техногенных бедствий по Согдийской области.

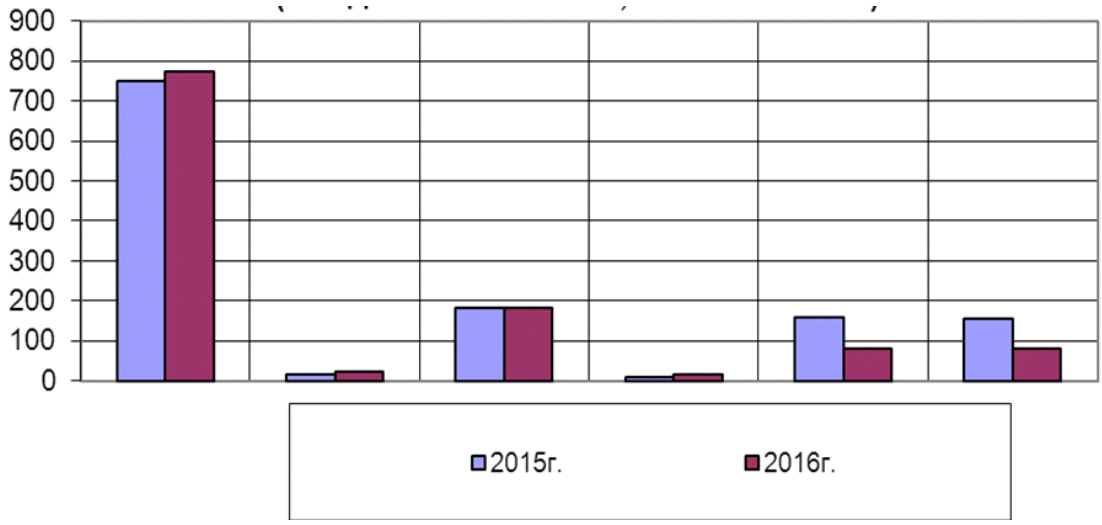


Рисунок 3.3 - Динамика развития природных и техногенных бедствий по Согдийской области (2015-2016 гг.).

На лавиноопасных территориях Таджикистана применяют такие показатели для изучения снежных лавин: коэффициент лавиноопасности ($К_л$), который имеет средние значения 0,7-1,0 и минимальные значения 0,4-0,7; площадь сбро-

са лавины – находится в пределах 30-200 га; масса выносимого снега (М) – составляет 10-800 тысяч тонн. Выявлено, что горные местности Таджикистана благоприятны для лавинообразования, лавины могут образовываться от предгорных равнин до главных водоразделов горных хребтов. По Варзобскому и Сурхобскому бассейнам и районам лавинообразования выявлена зависимость уменьшения пораженности и лавинной опасности со снижением высоты местности с юго-запада на северо-восток. Также отмечено, что на высотах до 1000 м над ур. моря степени лавиноопасности минимальны, а на высотах от 1900 до 3000 м над ур. моря – максимальны. На северных склонах Гиссарского и Зеравшанского хребтов лавинная опасность, как правило, выше, чем на южных (рисунок 3.4). С учётом нивального фактора, граница распространения лавин, по взаимосвязям между постоянными факторами лавинообразования и лавиной, прошла по горизонтали 1000 м.

Средняя скорость движения лавины 20-30 м/с, сила удара движения превышает 100 т/м^2. Лавина и предлавинная воздушная волна обладают огромной разрушительной силой. Климатические условия территорий и морфология лавин оказывают большое влияние на объёмы лавин и частотуих схождения. Лотковые лавиныдостигают небольших объёмов, но сходят гораздо чаще за счёт крутых склонов ложбин; из разрушенных каров лавины падают редко, но характеризуются большими объёмами.

Проектирование и строительство автодорог, электрокоммуникаций производится с учётом лавиноопасности. Для обеспечения безопасности работы транспорта на дорогах Душанбе-Худжанд и Душанбе-ГБАО сооружены навесы и галереи. Однако в целях защиты объектов народного хозяйства в лавиноопасных районах не созданы подразделения горнолавинной службы, которые обладали бы регулирующими, контролирующими или ограничивающими функциями.

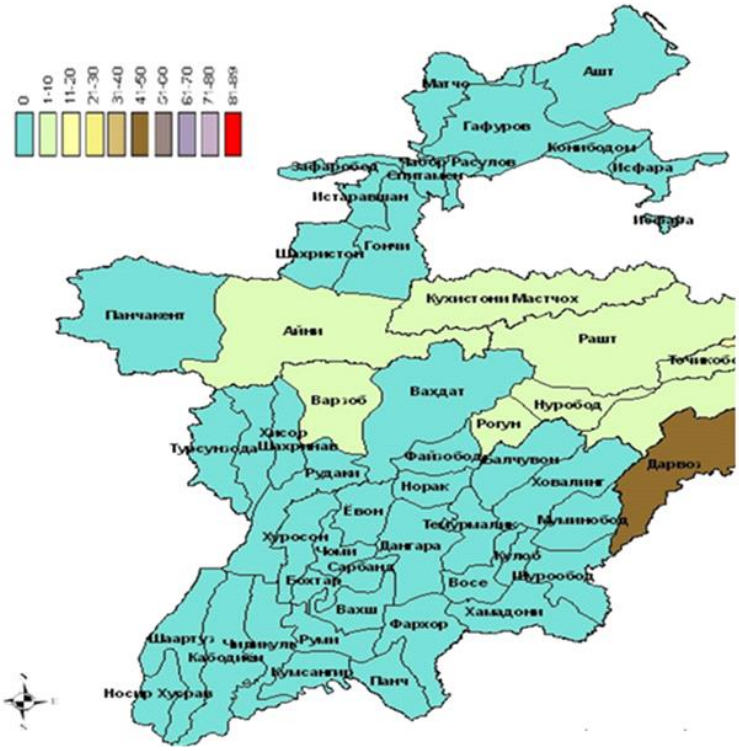


Рисунок 3.4 - Карта лавин северного, центрального и южного Таджикистана.

Границы таксонов контролируются сейсмической и тектонической активностью территории. Литологический и структурно-тектонический факторы выполняют регулирующую функцию по горизонтали; почвенно-геоботанический и литологический факторы - регулирующую функцию по вертикали. Гидрографический фактор выполняет основные ограничивающие функции в выделении бассейнов и районов лавинообразования по горизонтали (с северо-запада на юго-восток). Геохронологический и нивальный факторы корректируют границы областей лавинообразования. Высотно-экспозиционный фактор ограничивает участки лавиноопасности по вертикали (с юго-запада на северо-восток).

Известно, что сход лавин часто может быть вызван землетрясениями. Так, например, произошёл сход снежноледокаменной лавины в мае 1970 г. в Перу, когда произошёл сход снежной лавины с горы Уаскаран, которая произошла в результате обрушения части ледникового склона. Обрушение ледника было вызвано землетрясением, и лавина во время движения трансформировалась в грязекаменный поток, который прошёл расстояние более двадцати километров. Последствиями схода такой лавины явилось разрушение нескольких жилых посёлков, а также городов - Юнгай и Ранраирк. От данной катастрофы пострадали 67 тысяч человек. В 1964 году в результате мощных землетрясений на Аляске также произошли массовые сходы лавин. Такие же явления отмечались в 1978 году в Северном Тянь-Шане [103].

Анализ изучения землетрясений и лавин на острове Сахалин за многолетний период с 1951 по 1993 гг. позволил сделать выводы, что события массового схождения лавин и даты землетрясений совпадают [34]. При сравнении географического распространенияземлетрясений и лавин отмечается, что на многих территориях Земного шара районы, подверженные сейсмической активности, одновременно являются районами с повышенной лавинной опасностью. В Российской Федерации также имеются указанные районы - это горы Северного Кавказа, Саян, Алтая, Камчатки, Сахалина, а также хребты Сунтар-Хаята, Верхоянский, Становой и др. В мире и в Республике Таджикистан широко представлены районы и территории, на которых возможно образование лавин за счёт землетрясений, в связи с чем изучение лавиноопасности на территории нашей страны является актуальным.

По мнению Е.Г. Маркова [80], кроме указанных причин, для изучения зависимости схождения лавин от сейсмичности определённых территорий имеется ещё ряд важных причин. При предупредительных спусках лавин на протяжении многих лет используются взрывы, как самый эффективный метод снижения

лавинной опасности. При взрывах происходит незначительный сейсмический эффект, однако его роль до настоящего времени при образовании лавин не достаточно ясна. Поэтому в данном направлении проводятся исследовательские работы по изучению вызванных взрывамиискусственных сейсмических колебаний на возможную склоновую устойчивость снега. Проведение данных работ также является актуальным, позволяет изучить различные характеристики снега, формирующего лавины, а также физико-химические характеристики лавин, что позволит проведению мероприятий по снижению и предотвращению лавиноопасности.

В настоящее время имеется недостаточное количество данных о схождениях снежных лавин, вызванных сейсмичностью. Это объясняется сложностью исследований данных событий, так как получить полноценные результаты данного события можно получить в момент регистрации схождения лавины параллельно с регистрацией сейсмического события. Даже имея подтверждённые данные о сейсмическом происхождении лавины, не всегда возможно получить результаты изучения механических и физических характеристик снежного покрова в зоне зарождения лавины и сопоставить эти данные по времени в момент схождения лавины. В литературе отсутствуют источники, ссылающиеся на проведение в зонах зарождения лавин каких-либо инструментальных измерений сейсмичности. В связи с вышеизложенным, необходима разработка методик по созданию моделей лавинообразования на основе сейсмогенных характеристик.

По результатам изучения удалось показать характер и интенсивность проявления в рельефе признаков лавинной деятельности. Выявлено, что в рельефе лавин характер и интенсивность проявления лавинной деятельности зависят в основном от высоты.Имеются данные морфоструктурного анализа, которые позволили определить увеличение широты зональных механизмов на территории и выявить, что изменение рельефа за счёт прохождения лавин имеет сту-

пенчатый характер. Также на территории Памира определены границы крупнейшего узла расширения и показана значимость зонального развития для депрессий, хребтов и других геоморфологических элементов [79].

Лавинообразование распределяется по площади рельефа, в данном распределении определены следующие дифференциации: по крутизне склонов - поясная высотная; по густоте дифференциации - горизонтальная, имеющая расположение с северо-запада и юго-востока; а также по глубине расчленения – вертикальная, имеющая расположение с северо-запада и северо-востока. Рельеф, благоприятный для лавинообразования, занимает 67% территорииТаджикистана. При накоплении снега на склоне в объёме, опасном для разрушения и повреждения народно-хозяйственных сооружений, обстрелом из миномётов или орудий вызывается искусственный сброс лавин. Для предотвращения образования катастрофических лавин также перспективным является выхолаживание склонов массовыми взрывами, строительство искусственных противолавинных барьеров, то есть ряд мероприятий, направленных на изменение профилей склонов, что наиболее перспективным представляется в местах начала движения снега.Для защиты объектов от лавин также эффективным средством являются направляющие дамбы, которые при небольших скоростях схода изменяют направление лавинного потока.

Исследование лавин является одним из важных и серьёзных вопросов геодинамических процессов. При инженерно-геодинамических изысканиях необходимо использовать долговременные ряды наблюдений. Ещё более надёжным является проведение инженерно-геодинамических изысканий в лавиноопасных горных районах Таджикистана. Таким образом, снеголавинная обстановка меняется: за счёт увеличения осадков и роста температуры воздуха (в связи с климатическими изменениями) в холодный период; увеличения толщины снежного покрова на склонах и лавиноопасных площадях; сокращения числа

дней со снежным покровом и лавиноопасного периода. В связи с изменением климата Центрально-Азиатского региона, прогнозируется увеличение количества лавин, среди которых наиболее часто будут проходить лавины лоткового типа, а также мокрые лавины весеннего снеготаяния.

3.2. Метеорологические особенности развития стихийных явлений

Разрушительная работа ветра проявляется в различных климатических зонах, особенно большую геодинамическую опасность представляет в Таджикистане, где имеет место сочетание следующих особенностей: резкое суточное изменение температуры, способствующее интенсификации физического выветривания; малое число атмосферных осадков, которые выпадают в виде редких и нерегулярных ливней; количество выпадающих атмосферных осадков значительно ниже по сравнению с процессом испарения (в 10-15 раз); редкий растительный покров или его отсутствие; частые ветры большой силы; наличие выветренных материалов, способных перемещаться ветром.

Геодинамические процессы представлены: коррозией или обтачиванием горных пород за счёт переносимых ветрами обломочных материалов; процессами дефляции (выдувание и развивание), переносом и аккумуляцией мелких обломочных пород. Указанные геодинамические процессы проявляются одновременно и взаимосвязаны, то есть являются единым сложным процессом.

Шквальный ветер – таким названием характеризуют атмосферные потоки, перемещающиеся со скоростью, включая порывы более 25 м/с. Мы зарегистрировали в ночь с 27 на 28 декабря 2017 г. ситуацию в городе Худжанде, когда скорость ураганного ветра достигла более 35м/с. Характерное время прохождения урагана, то есть его передвижение над городом, составило 6-8 часов. Сила

ветра оценивалась в баллах шкалы Бофорта, в которой стандартная высота измерений принята 10 м над уровнем моря.

Движение воздуха в городе и в окрестностях складывалось из ряда толчков порывов, внезапных усилений и ослаблений ветра, которые следовали один за другим непрерывно. Указанный характер передвижения воздушных масс придаёт ветру порывистость. Порывистость ветра зависит от скорости. При увеличении скорости порывистость сначала быстро увеличивается, а при больших скоростях изменяется мало. Наблюдения показали, что порывистость резко возрастает в неустойчиво стратифицированном воздухе. Она имеет ясно выраженный суточный ход, увеличиваясь с развитием конвективных движений. Известно, что южный склон Моголтау имеет неровную поверхность с большой шероховатостью над неровной местностью, над многоэтажными высотными зданиями порывистость увеличивались, что объясняется увеличением турбулентности вследствие большого трения о земную поверхность.

Воздушный поток, движущийся с запада на восток, при встрече с препятствием (девятиэтажные дома) правого берега города Худжанда увеличивает турбулентностьвследствие большого трения о земную поверхность сверху и с боков. Искусственный барьер нанаветренной стороне создаёт подпор для движущихся масс воздуха. Таким образом, происходит торможение движения и накопление воздуха перед препятствием. Возникший воздушный вихрь с горизонтальной осью, параллельной препятствию, создаёт у земной поверхности обратный ток воздуха от высотных зданий.

Массы воздуха, подступающие к высотным зданиям в некотором удалении от него, начинают подниматься вверх и перетекают через них, причём линии тока сближаются между собой, так как площадь поперечного сечения потока уменьшается. В сочетании с этим скорость ветра над зданиями увеличивается.

«Ходжентские ворота», склоны гор Моголтау, обычно оказывают направляющее действие на потоки воздуха. Преобладающими оказываются всегда ветры, дующие вдоль северных и южных склонов Моголтау или вдоль Ферганской долины.

При шквальном ветре в городе Худжанде, где атмосферные потоки перемещаются со скоростью около 25 м/с и более, движение воздуха происходит преимущественно вдоль реки Сырдарьи, центральных улиц и южных склонов Моголтау, представляющих готовое русло для воздушного потока. Высотные здания г.Худжанда создают в воздушном потоке различные возмущения. При встрече со строениями и южным склоном Моголтау воздушный поток вынужден пересекать их сверху и обтекать по бокам. При этом сильно изменяется направление и скорость ветра, вблизи зданий и других сооружений возникают завихрения, усиливается турбулентность. Нанесённый экономический ущерб городу Худжанду составил более 80 млн сомони.

Сильный поток воздуха состоит из параллельных несмешивающихся друг с другом струй, и турбулентных, когда в нем всё время возникают и распадаются отдельные вихри (турбулентные тела) разнообразных размеров, движущиеся с общим потоком, но создающие беспорядочные пульсации всех трёх составляющих движения. Турбулентность атмосферы довольно подробно изучена со статистической точки зрения, определены статические характеристики, в частности, коэффициенты перемешивания [30, 40].

С помощью коэффициента перемещения мы можем охарактеризовать интенсивность турбулентного движения в атмосфере:

$$A=(E\,(m \cdot z))/f \cdot t,$$

где: z –расстояние, преодолеваемое отдельными турбулентными телами, имеющими массу - mза определённый промежуток времени - t через горизонтальное сечение - f.

Турбулентность определяется, главным образом, шероховатостью земной поверхности, а величина интенсивности турбулентного движения(А) приблизительно линейно возрастает с высотой. Мощность этого слоя меняется в пределах приблизительно 20-60 м, уменьшается зимой и увеличивается летом, когда она достигает в утренние часы в среднем h = 34м, а в дневные - даже h = 42 м. Выше этого слоя величина интенсивности турбулентного движения А постепенно уменьшается с высотой [107].

Коэффициент турбулентности K=A/рв в приземном слое (А) более точно характеризуется выражением:

$$K=K_1 \cdot z \cdot (1-\varepsilon),$$

где:ε - малая положительная величина при устойчивой стратификации;

E = O при адиабатическом градиенте температуры и E < O при неустойчивой стратификации;

Коэффициент (E)- зависимость от степени настойчивости атмосферы, зависит от разности температуры - Δt в приземном слое воздуха на высотах 0,2 и 1,5м.

Причиной изменения скорости ветра является интенсивность вертикального обмена в атмосфере. Например, в Ферганской долине с восходом солнца начинается быстрое прогревание подстилающей поверхности, развиваются конвекция и турбулентный обмен в атмосфере, достигающие максимальной интенсивности в послеполуденные часы. При этом происходит выравнивание всех свойств атмосферы по вертикали, в том числе и скоростей ветра.

В нижних слоях скорости увеличиваются, так как сюда попадают многие более быстро движущиеся частицы из вышележащих слоёв, а наверху ветер

ослабевает, вследствие тормозящего влияния медленнее движущихся масс воздуха, поступающих сюда снизу. После захода солнца конвекция прекращается и турбулентные движения ослабевают. Связь между верхними и нижними слоями почти прерывается. Нижний слой воздуха в следствие трения о земную поверхность быстро уменьшает свою скорость. В то же время верхние слои, освобождённые от тормозящего влияния нижних, увеличивают свою скорость до максимального значения, соответствующего величине барического градиента.

В Согдийской области нередко возникают пыльные бури (мгла), которые вызывают продолжительные сухие периоды, создают лёссовые почвы в предгорьях, незакреплённые пески в пустынях, частые штормовые ветры. В Таджикистане пыльные бури распространены очень неравномерно. На большей части территории наблюдаются в среднем за год от одного дня (на перевале Шахристан) до 8-9 дней, продолжительность пыльных бурь неодинакова. Наиболее продолжительные они в Кабадианском, Шахритузском, Носири Хисравском районах, более 25 часов, а на севере республики пыльные бури штормовых зон (Худжандские ворота) от 6 до 10 часов.

Многолетние наблюдения в городе Худжанде показали, что наиболее устойчивой во времени является мгла, при которой в период развития термической депрессии в воздухе поднимается большое количество частиц пыли и песка. Пыльные бури переносятся до значительных высот мощными конвективными токами. На территории Таджикистана распространение мглы зависит от ряда факторов, в частности, от происхождениячастиц пыли, типа подстилающей поверхности, типов синоптических процессов. В предгорьях и долинах Северного Таджикистана за год количество дней с мглой не превышает 9-10, в Зеравшанской долине уменьшается до 2-4 дней, в Гиссарской долине - увеличивается до 20 и далее к югу возрастает до 40-50 дней. Таким образом, продолжительность мглы увеличивается с севера на юг.

Эоловые геодинамические явления и ускоренная дефляция на различных территориях Таджикистана и ущерб, наносимый ими народному хозяйству очень мало изучены. О масштабах потерь пахотных почв от дефляции можно судить по Кизилинскому и Зафарабадскаму массивам, где, несмотря на большую повторяемость сильных западных, весенних и летних ветров, до сплошной распашки подверглись развеиванию более 1 тысяч гектаров сельскохозяйственных земель.

Экономический ущерб эоловых процессов можно рассматривать, как процесс воздействия ветра на подстилающую поверхность земли. Сущность эолового процесса состоит в активном взаимодействии ветра с подстилающей поверхностью в приземном слое, при постоянной и обязательно ведущей роли ветра и при активном участии во взаимодействии с другими геодинамическими факторами. Соотношение геодинамических факторов, которые определяют развитие и интенсивность разрушительного процесса, как показывали исследователи [40] можно выразить следующей зависимостью:

$Э_п = W_1 \cdot S_1 \cdot W_{TM} / S_2 \cdot V \cdot D$,

где интенсивность эолового геодинамического процесса ($Э_п$) зависит от наличия ветра (Wi) и развеваемого субстрата Si (песок, суглинок и т.д.) и находится в прямой зависимости от ветрового воздействия (T) и количества перевиваемого материала (M) и в обратной - от плотности субстрата (S_2), степени замкнутости, растительного покрова (V) и динамики зарастания поверхности (D), зависящей от зональных условий и особенностей растительного покрова.

Таким образом, для каждой природной зоны: Дальверзинской, Кизиликской, Аштской, Кабадианской, Дарвазской, Бартангской, Ванчской, Зеравшанской долинам свойствен свой итог геодинамического явления, развивающегося и усложняющегося во времени воздействия «оставляющих эоловых процессов, то есть геодинамических факторов.

Изучение эоловых явлений на правобережной террасе реки Пяндж Ишкашимского района показало, что они формируются за счёт различных горных пород, в том числе песчаных, аллювиальных, пролювиальных и флювиогляциальных отложений. Они лучше отсортированы, обеднены песками и обогащены зёрнами твёрдых и новообразованных материалов. Распространены в высокогорных пустынях Памира, аридных зонах южного и северного Таджикистана. В целом, для эоловых геодинамических процессов характерно несколько аспектов. Первый - экономический разрушительный, это сильная, ускоренная и бурная дефляция, второй - созидательный, это рельефообразование, масштабы которого пока не изучены, и третий, представляющий по своему существу часть первого и второго - это перенос и выпадение из воздуха песка и тонкого пылевого материала.

Наличие материалов и данные по геодинамическим эоловым явлениям в Таджикистане показывают, что слабая изученность, как качественной, так и количественной стороны процессов осаждения сильно затрудняет также решение некоторых экономических вопросов. Выяснение современной геодинамики эоловых явлений, вплоть до их расчётов, на наш взгляд, могло бы быть ключом к разрешению ряда спорных вопросов, касающихся накопления лёссовых вопросов в высокогорных районах Таджикистана.

Проводя экспедиции от Кабадианского района по долине реки Пяндж до высокогорной пустыни Восточного Памира, удалось познакомиться с ветром «афганцем». Это сильный сухой ветер западного направления, сопровождаемый пыльной бурей. С приближением к горным районам северный поток холодного воздуха под воздействием рельефа меняет своё направление. Устремляясь вверх по долинам рек Пяндж, Кафирниган и Вахш, этот поток несёт с собой огромное количество пыли, видимость снижается до 25-50 м. Вертикальная мощность запылённости воздуха может быть от 200-300 до 350 м. Сильный ветер-«афганец»

продолжается один-два дня. Он захватывает огромное количество песка и пыли и переносит их через широкую долину р. Амударьи в пределы Каракумов. При этом геодинамическом процессе воздух настолько насыщен песком и пылью, что солнце становится совершенно невидимым, как при сильном ненастье. Данный атмосферный катаклизм связан с приходом в высокие слои атмосферы холодных воздушных масс с севера, обладающих большей плотностью по сравнению с тёплым воздухом Южного Таджикистана.

Холодные массы воздуха, встречая на своём пути препятствия в виде высоких горных сооружений - Хазрати, Шоха, Дарваза, Ванча, Язгулема, Рушана, Шугнана, Шохдары, Южного Аличура, не в состоянии преодолеть их и, отражаясь от них, спускаются вниз по горным склонам и узким долинам. При спуске с большой высоты значительно повышается температура воздуха, и к поверхности горных пустынь и глубоких горных долин он подходит иссушенным и приносит необычайное тепло и сухость в десятки сёл, расположенных по долине реки Пяндж.

Силы восходящих потоков воздуха и скорости ветра оказывают существенное влияние на воздушные геодинамические потоки и расстояние переносимых песчаных материалов. В большинстве случаев песчаные массы поднимаются резкими порывами на некоторые высоты, какое-то время передвигаются горизонтально, далее скачком спускаются вниз, снова поднимаются вверх и т.д. Такую картину можно наблюдать в узкой долине реки Бартанг, Пяндж и в других районах западного и восточного Памира.

Проведённые экспериментальные работы на открытом месте Самгарского массива показали, что движущийся ветер с запада на восток захватывает пылеватые, мелкие песчаные частицы, перенося их в Аштский массив, а затем по всей Ферганской долине, оставляя на месте более крупный обломочный материал. При этом горные породы (частицы) переносятся двояко: а) во взвешенном

состоянии: б) волочением. При скорости ветра до 6,5-7 м/сек. переносится пыль и тонкие (мелкие) пески с частицами 0,25 мм в диаметре, при 10 м/сек - до 1мм, при 20 м/сек - до 4-5 мм в диаметре [39, 40].

Ветровая эрозия является одним из действующих факторов развития геодинамических явлений в орошаемых полупустынях пустынях Ашта Самгара Дильверзина и Зафарабада. В указанных местностях ветровую эрозию создают следующие факторы: природные (количество осадков, механические составы почв, повторяемости и скорости ветров, засушливость климата), антропогенные (неправильная распашка земель). Сочетание этих факторов и их часто проявление оказывают влияние на ветровую эрозию почв и климат в указанных местностях. Районы характеризуются сильными ветрами со скоростью от 15 до 25 м/сек, которые имеют западное и восточное направление.

Для защиты почв этих территорий от дефляций уместно применение лесных полезащитных полос, а также фитомелиоративных и научно разработанных агротехнических мероприятий. С 2000 по 2010 годы для Согдийской области планировалось выделение финансовой помощи в размере 8,8 миллионов сомони для создания защитных лесных полос на площади 8591,6 га, которые защищали бы от геодинамических процессов богарные и орошаемые земли площадью 346,3 тысяч гектаров. Правильно подобранные пропорции насаждения деревьев и кустарников снижают последствия ветровой эрозии почвы в два и более раз. Начиная с 2010 г. по настоящее время чётко вырисовываются территориально-районные нестабильные геодинамические ситуации в Зафарабаде, Ганчи, Истаравшане, Аште.

К геодинамическимнарушениям почвенного покрова необходимо отнести, в первую очередь, неправильную технологию при обработке почвенного покрова, воздействие ветра и воды, что приводит к разрушению почвенного покрова.

Однако этот процесс является обратимым, его можно минимизировать и остановить, если правильно проводить агротехнические работы. Сложность заключается в том, что противоэрозионные разрабатываемые мероприятия не всегда учитывают климатические характеристики и геодинамические условия района. Защита почв от этих природных процессов возможна только путём комплексного применения организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных мероприятий с учётом климатических и почвенных особенностей Таджикистана.

В последние годы нерациональное использование пастбищ в водосборных долинах Уткемсу, Саримсахли, Долоны, Карамазара, Мулломира, Ашабы, Пангаза вызвало исчезновение таких видов растений, как травяных многолетних прагоса и ферул, которые являлись основными естественными кормовыми ресурсами. В посёлках Хиштхона, Пангоз, Кулиходжи, Мулломир местными жителями в 70-е гг. прошлого столетия ферула для корма животных в колхозах заготавливалась на склонах этих гор.Также проблемой является не соблюдение в Согдийской области отгонно пастбищной системы. В отдельных местностях наблюдается почти полное уничтожение верхнего слоя почвы, что происходит за счёт постоянного выпаса скота. На пути миграции скота образуются вытоптанные тропы, которые достигают ширины 25-35 см. В горах вокруг водопоев и выгонов домашнего скота, населённых пунктов, на склонах геодинамические процессы нарушаются, происходит образование многочисленных рытвин и борозд.

При выпасе мелкого рогатого скота в Согдийской области не учитываются возможные пагубные последствия на состояние геосреды. Необходимо также указать, что в зимний период долины оказываются покрыты снегом, что вызывает ограниченность пастбищ, и животным недостаточно естественных трав для поедания, то для ангорских коз основным источником корма в это время явля-

ются арчовники.Данные явления происходят в окрестностях горного посёлка Зарнисор, в селениях Уткансай, Замбарак, Тарызкан, Мулломир, Пазман, Ашаб, Пунук, Пискокат, Оби Ашт, Угук, Овчи, Далёни Боло. Резкое увеличение в частных секторах поголовья мелкого рогатого скота в частности баранов и овец, отразилось на том, что произошло сокращение поедаемой массы естественного травяного покрова только в долинах Пангаза и Мулломира по сравнению с 1950-ми годами примерно на 5-6 центнеров с гектара, за счёт выпаса скота также увеличилась каменистость почв в 2-3 раза. Указанные территории приобрели статус сильносмытых участков. Также на водосборных участках горных рек Пангаз и Мулломир произошло увеличение (по сравнению с 1970-ми годами) в три раза модулей смыва почвы. Развитие ветровой эрозии происходит вследствие выпаса скота в период малого выпадения осадков, то есть выпас скота приходится на «сухой сезон».

Для разработки мероприятий по защите почв необходимо выявить по всем районам степени противоэрозионной защиты применительно к пастбищным землям, что будет способствовать увеличению пастбищных земель. Отсутствуют земельные кадастры, которые были бы разработаны на научной основе и включали бы фактическиеполные характеристики о пастбищных землях (размеры, качество, состав пастбищ, состояние почв), а также данные о естественном плодородии пастбищных земель, возможностях их хозяйственного использования и их инновационной оценки. Учитывая вышеизложенное, необходимо с помощью расчётных методов на каждой конкретной территории определить степень устойчивости склонов. В условиях Таджикистана геодинамические процессы и явления развиваются на предгорных, горных и крутых склонах по контакту с четвертичными отложениями, либо в толще лёссовых пород с различными прочностными показателями, что облегчает выбор расчётных схем и повышает эффективность их применения.

3.3. Организация системы защиты населения от природных бедствий в Таджикистане

Вопросы защиты населения при геодинамических бедствиях в Таджикистане закреплены в законодательстве страны иподняты на уровень государственной политики.На основании Конституции Республики Таджикистан принят и вступил в действие в 2004 году Закон Республики Таджикистан «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в котором чётко определяются меры по борьбе с чрезвычайными ситуациями (это стихийные бедствия, катастрофы, эпидемии) и меры ликвидации их последствий, а также их осуществление [53, 73, 81, 83, 84]. В указанном Законераскрываются значения следующих основных понятий:

- чрезвычайная ситуация -это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей;

- защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций - система мер, способов, средств, совокупность действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- предупреждение чрезвычайных ситуаций - комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения;

- ликвидации чрезвычайных ситуаций - аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращения действия характерных для них опасных факторов;

- зона чрезвычайной ситуации - территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

Понятия «чрезвычайная ситуация», «природные и техногенные катастрофы», «геодинамическая катастрофа», не дают возможность классификации отдельных событий однозначно. Так, вызывает сомнения, возможно ли классифицировать Кайраккумское землетрясение, произошедшее на левом берегу Сырдарьи в 1985 г., как геодинамическую катастрофу. Полное изменение ландшафта города привело к потере устойчивости окружающей среды, потере населения города, коврового комбината, сельскохозяйственной продукции, было разрушено свыше 4500 домов, что привело к огромным социально-экономическим последствиям. Такие природные явления, по мнению автора, необходимо относить к геодинамическим катастрофам (рисунок 3.5).

В научной литературе встречается множество понятий, используемых при описании катастрофических событий. Наиболее общей является категория «опасные природные процессы и явления». В неё входят «события природного происхождения, которые по интенсивности, масштабам и продолжительности могут оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей, функционирование объектов экономики и окружающую среду» [53].

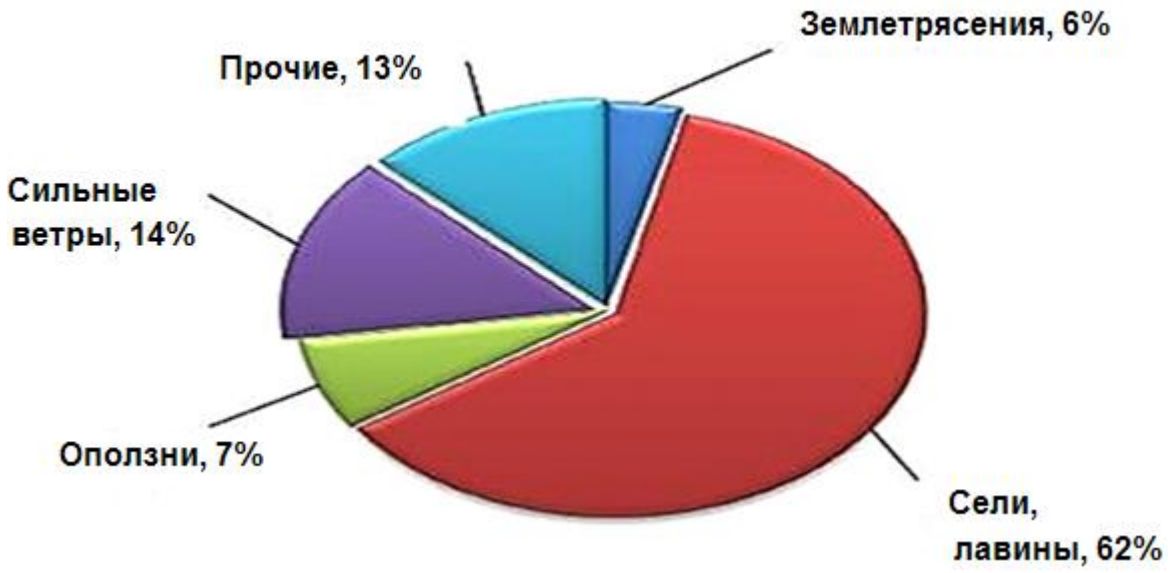


Рисунок 3.5 - Геодинамические ситуации по характеру возникновения в 2016 году, %.

В зависимости от масштаба разрушительного воздействия геодинамических сил природы и степени уязвимости объектов, на которые это воздействие направлено, могут иметь место понятия «чрезвычайная ситуация», «бедствие» или «катастрофа» [53]. Указанные понятия отражают последствия «реализации риска» сообщества и/или территории. В случае успешности и своевременности мер по стабилизации положения, ситуация от чрезвычайной возвращается к исходной, докризисной. Если же осуществлённых мер оказывается недостаточно и неблагоприятное воздействие приобретает затяжной характер, то речь идёт уже о бедствии или катастрофе.

В рамках диссертационного исследования используются сведения из Закона Республики Таджикистан «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», согласно которому под бедствием подразумеваются «результаты влияния опасных геодинамических явлений на социальную и экономическую систему, которая имеет без-

условную степень уязвимости, не позволяющую обществу адекватно справиться с таким воздействием».

Геодинамические катастрофы – это относятся экстремальныеситуации естественного происхождения, которые вызваны высвобожденной природными элементами энергией. К ним относятся: извержения вулканов, лавины, сели, сильные снегопады, таяние ледников, наводнения, землетрясения, ливни, тайфуны, торнадо, цунами, циклоны, оползни, провалы, пожары, которые вызваны причинами естественного характера.

На территории Республики Таджикистан в 2017 г. было зафиксировано 168 чрезвычайных ситуаций, имеющих природный характер, что на 61 случай больше, чем в предыдущем году за тот же промежуток времени. По статистическим данным, от их воздействия погибли 126 человек. На территориях Хуросонского, Пянджского и других районовреспублики были зафиксированы катастрофические селевые потоки и наводнения, которыми были разрушеныпочти три тысячи жилых домов и административных зданий. Величина ущерба от данных геодинамических катастроф составила около 100 млн. сомони (примерно 25 млн. долларов США) (рисунки 3.6 и 3.7).

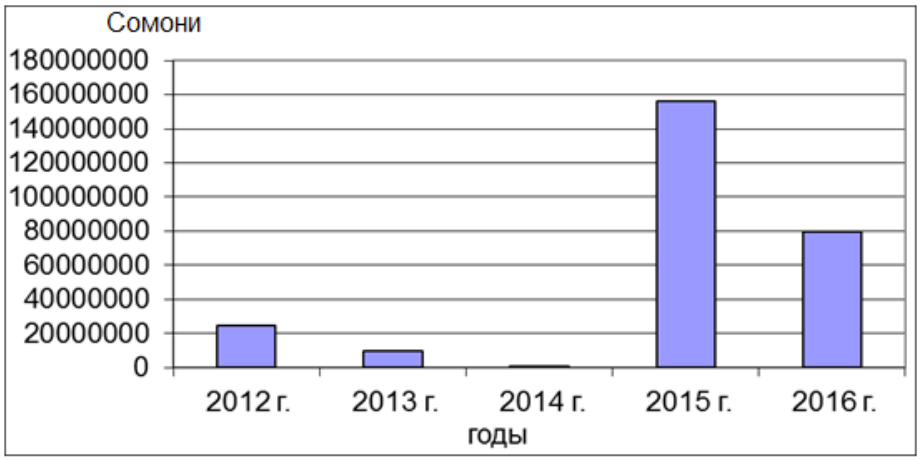


Рисунок 3.6 - Экономические последствия от природных бедствий в Таджикистане.

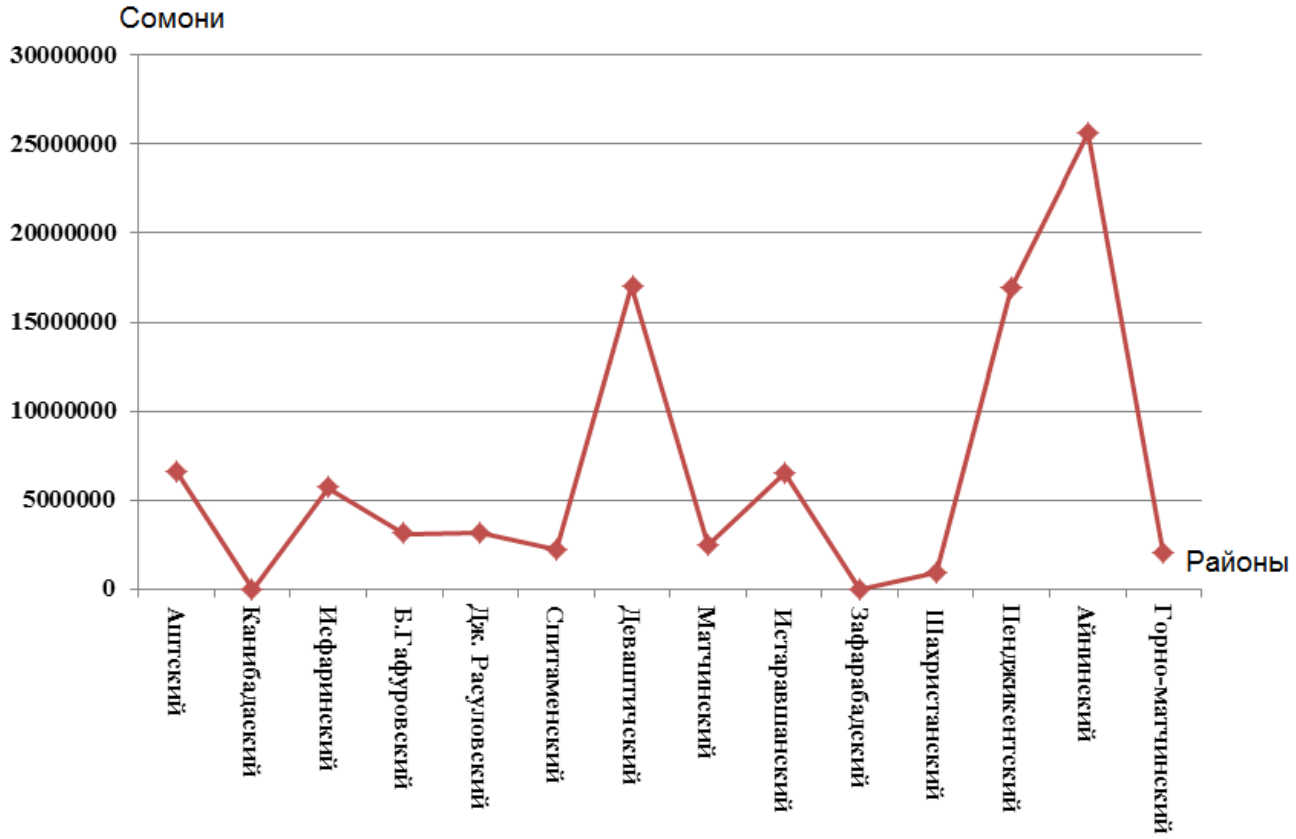


Рисунок 3.7 - Социально-экономические последствия от геодинамических катастроф в районах Согдийской области за период с 2001 по 2011 гг.

По статистическим данным, опубликованным Комитетом по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан, а также статистического ежегодника Согдийской области Главного управления Агентства по статистике при Президенте РТ, на территории Согдийской области за 9 месяцев 2017 г. отмечались более ста случаев схода лавин, 112 камнепадов, из-зав которых произошла гибель 11 человек.

Как показал исторический опыт, хотя в Таджикистане имеются равнинные местности, большая часть населения республики предпочитает жить на склонах гор. Согласно правительственному Постановлению, принятому в 2005 г. «О предоставлении льготных кредитов и оказания одноразовой помощи хозяйствам, эвакуирующимся в 2005-2010 годах из опасных мест», риск возникнове-

ния различных катаклизмов природного происхождения имеется на территориях 47 городов и районовреспублики. То есть люди, проживающие на данных территориях, находятся в зоне риска.

Как считает Фаршед Каримов, заместитель директора Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук РТ, для населения необходимо постоянно на систематической основе проводить образовательные просветительские работы по вопросам действий при стихийных бедствиях, потому что от природных катаклизмов никто не застрахован.

Для более эффективного предупреждения геодинамических катастроф различного характера и минимизации ущербов от них, есть необходимость осуществить районирование территории, что позволит более рационально размещать силы и средства, предназначенные для предупреждения, ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Подверженность различных территорий геодинамическим катастрофам характеризуется определёнными особенностями этих территорий. Каждой территории, на которой возможны геодинамические катастрофы, присваивается определённый статус, который определяется из возможных рисков возникновения катастроф. При этом необходимо учитывать исторические, природные, хозяйственные, этические, региональные и ряд других особенностей населения, проживающего на данных территориях и объектов, которые могут подвергаться воздействию (рисунки 3.8 и 3.9).

Одним из основных статистических показателей, которые определяют степень подверженности действию геодинамических катастроф, является численность материальных объектов и населения на указанной территории и их характерные черты (например, плотность населения на определённой территории или значимость производственныхпредприятий для страны).Ряд показателей должен обновляться регулярно – один раз в месяц, квартал или год (это

численность населения, количество зданий и сооружений), для других показателей достаточно более редкое обновление, которое проводится методами специальных статистических наблюдений (сюда можно отнести качество жизни населения, качество зданий и сооружений).

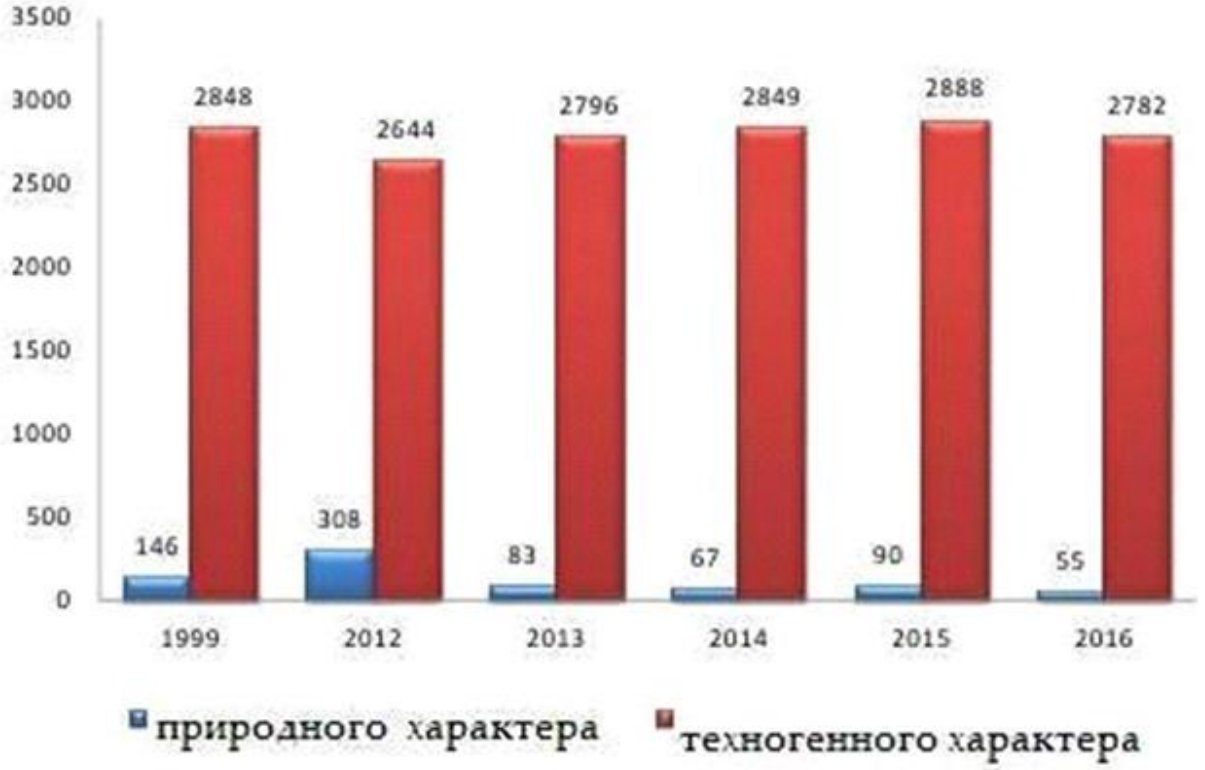


Рисунок 3.8 - Динамика природных явлений на территории Согдийской области Таджикистана по годам.

Можно выделить следующие показатели прямых социально-экономических последствий, для которых проводятся статистические исследования:

1) потери среди проживающего населения, а также материальных (техногенных или природных) объектов на определённых территориях, непосредственные экономические потери при геодинамической катастрофе;

2) единовременные денежные пособия, выдаваемые пострадавшему населению, страховые выплаты, расходы на эвакуацию,переселение людей из по-

страдавших районов др., материальные расходы по восстановлению разрушенных в результате геодинамической катастрофы объектов.

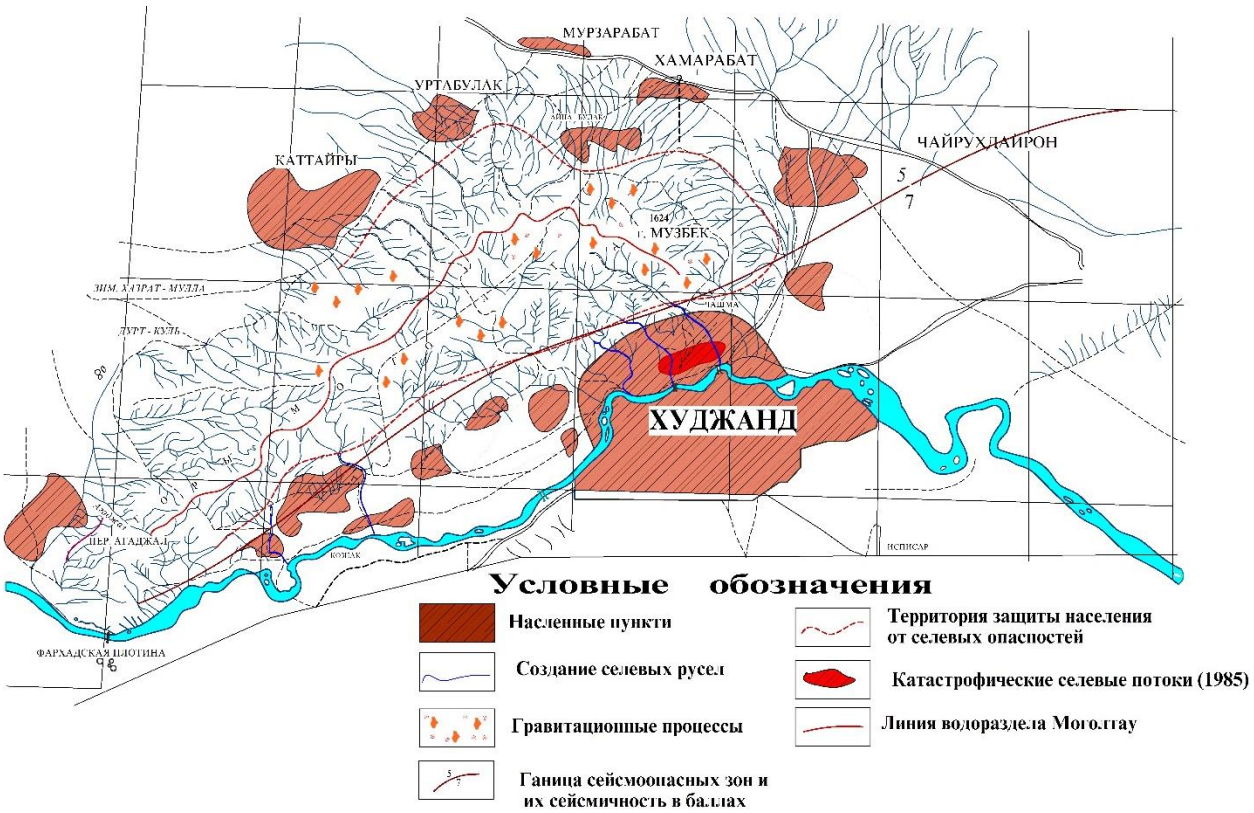


Рисунок 3.9- Изменения геодинамического пространства Моголтау.

Для получения полноценных статистических данных по анализугеодинамических катастроф и их прямых социальных последствий выделяют такие степени санитарных потерь среди населения: легкие, средние, тяжелые, безвозвратные потери среди населения.Показатель числа санитарных потерь среди населения определяется количеством человек, которые утратили трудоспособность более чем на одни сутки и поступили в лечебные учреждения или пункты оказания скорой помощи.

Численность безвозвратных потерь населения –это количество человек, которые погибли при геодинамических катастрофах, пропали без вести, умерли на этапах медицинской эвакуации до доставки в больницу.

Согласно методике Комитета ЧС и ГО РТ, люди, оставшиеся без крова, приравниваются к людям, которые имели официальную прописку и постоянно проживали в домах, получивших частичные обрушения, обвалы или были полностью разрушены.

Имеющиеся в Таджикистане оценки численности поврежденных материальных объектов [105] рассматривают регистрацию только объектов, жизненно необходимых государству, их восстановление планируется из государственных средств.Для каждого из таких объектов проводится оценка срока окупаемости, оценка объема инвестиций и оценка эффективности его работы после восстановления.

Мы считаем, что имеющаяся оценка является экономически неэффективной, для неё необходимо привлекать различных специалистов для проведения финансового анализа, а итоговые оценки учитывают незначительное количество пострадавших от геодинамической катастроф объектов, и являются существенно заниженными.

В Российской Федерации материальные объекты подразделяются по назначению и видам экономической деятельности. В частности, согласно Рамочной методике оценки риска чрезвычайных ситуаций, МЧС России [127, 129]предложено рассчитывать экономический ущерб в следующих сферах:

- сфера промышленности;
- сельское хозяйство, где отдельно учитываются потери в растениеводстве и животноводстве;
- топливно-энергетический комплекс;
- транспортная система;

- инфраструктуры жизнеобеспечения (линии связи и энергообеспечение, жилищно-коммунальный комплекс, канализация и др.)

В транспортной инфраструктуре от геодинамической катастроф страдают такие материальные объекты, как участки автодорог (разрушение из-за оползней, разрушение дорожных покрытий, образование трещин в дорожном полотне). В горных местностях на автодорогах возможно образование снежных и каменных завалов, происходит разрушение тоннелей, путепроводов, мостов. Для оценки стоимости экономических потерь умножают протяженность разрушенных горных автодорог (в километрах) на стоимость по определённым ГОСТам прокладки одного километра дорог в зоне риска.

Имеющаяся система получения нормативной информации и статистических данных о последствиях катастроф, позволяющая получать точную оценку стоимости, не является совершенной. Мы считаем, что получение таких оценок является трудоёмкой процедурой, а качество предоставляемых данных не всегда соответствует действительности. При ликвидации последствий катастроф решения о мерах ликвидации необходимо осуществлять «онлайн», для этого в распоряжении центра по ликвидации должны иметься оперативные статистические данные, полученные непосредственно после наступления события или через несколько часов.В течение указанного времени органы местного самоуправления не успевают собрать данные о потерянных жизнях (после землетрясения); количестве аварий в коммунально-энергетическом комплексе; количестве обвалов, заваленных улиц, домов; разделить пострадавших на нетрудоспособных и трудоспособных; уточнить нормативы затрат на медицинское обслуживание и питание населения и др. Как показала практика, получение указанных данных является довольно сложной и долгой бюрократической процедурой. В Российской Федерации для решения указанных вопросов разработана

единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [129].

Статические показатели, необходимые для получения детальных данных о прямых социальных и экономических последствиях, вызванных природными катастрофами, представлены в приложении [36, 129].

Для получения подробной интегральной оценки прямых экономических последствий, вызванных геодинамическими катастрофами необходимо суммировать конкретные пункты.

Согласно требованиям к защите населения от природных бедствий, в Таджикистане разработана единая государственная система предупреждения и ликвидации катастроф, которая объединяет органы управления, силы и средства государственных органов и организаций. В их полномочия входит решение вопросов по защите населения и территорий природных бедствий, разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от геодинамических катастроф.

В Таджикистане Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве РТ является общегосударственным органом, организующим обеспечение безопасности населения при катастрофах и чрезвычайных ситуациях, организует необходимые исследования и интегрирует достижения науки и техники, российский и мировой опыт в данной области, является штабом, где происходит координация усилийгосударственных органов исполнительной власти на всех уровнях, местных органов самоуправления и соответствующих сил в сфере гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Проблема управления природными богатствами и природными катастрофами включена в приоритетный перечень научно-исследовательских работ (Решение Правительства РТ за № 333 от 30 июня 2007г.).

Исследования многолетних научных экспедиций [2, 3, 12, 13, 23-25, 83, 84, 88, 98, 103] позволили выявить изменения геодинамического пространства, показали, что под влиянием потепления климата, отступления ледников увеличивается число природных опасностей. По данным материалов полевых, научных исследований и данных центра чрезвычайных ситуаций области видно, что разнообразие природных условий вызывает развитие различных геодинамических опасностей и экзогенных процессов. С точки зрения экономики и воздействия на жизнь и деятельность населения, основными из них являются землетрясения, сели, карст, эрозия, дефляция, лавины, камнепады, оползни, обвалы, сильные ветры и т.д.

Для своевременного устранения природных катастроф важное значение имеет финансирование мероприятий по ликвидации геодинамических опасностей. Оно проводится со стороны местных органов государственной власти, страховых фондов, средств соответствующих бюджетов, организаций, которые находятся в зонах риска, а также за счёт других источников. Если указанные организации не выделяют достаточного количества средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций, необходимые средства выделяет резервный фонд Республики Таджикистан, порядок выделения средств из фонда регулирует Правительство Республики Таджикистан. При выделении финансирования учитываются факторы: 1) возмещение причинённого здоровью людей ущерба или их имуществу в результате чрезвычайной ситуации; 2) государственное социальное страхование, являющееся бесплатным, льготы и компенсации за ущерб здоровью людей, причинённый их здоровью при ликвидации чрезвычайной ситуации в ходе выполнения обязанностей; 3) пенсионное обеспечение при потере трудоспособности, увечье или заболевании, которые получены при ликвидации чрезвычайной ситуации в ходе выполнения обязанностей по защите территорий или населения, в установленном порядке для работников, получивших инвалид-

ность из-за трудового увечья; 4) пенсионное обеспечение по случаю потери кормильца, погибшего или умершего от увечья или заболевания, полученного при выполнении обязанностей по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в порядке, установленном для семей граждан, погибших или умерших от увечья, полученного при выполнении гражданского долга по спасению человеческой жизни, охране собственности и правопорядка.

Другой важной функцией является поведение научных исследований, направленных на защиту населения, территорий от геодинамических опасностей, прогнозирование возможности возникновения природных бедствий, а также современных геодинамических катастроф, которые могут быть предупреждены, и принятие предупреждающих мер по смягчению геодинамических природных катаклизмов.

Выводы по третьей главе

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В Центральной Азии одними из самых селеопасных катастрофических районов являются водосборные бассейны рек Таджикистана. Образование селей на данной территории обусловлено геолого-геоморфологическими факторами, резкой контрастностью физико-географических условий, сложной природно-ландшафтной обстановкой. Также на развитие селей оказывают влияние климатические условия районов, часто образование катастрофических селей вызывается интенсивными ливнями. В настоящее время на образование селевых потоков оказывают воздействие техногенные и антропогенные факторы, за счёт которых на территории Согдийской области селевая деятельность резко активизировалась

2. Рассмотрена классификация селей по гранулометрическому составу рыхло-обломочного материала, по геодинамическим (физическим) типам, а также указывается, что для разработки моделей селей применяются различные подходы с концептуальным и эмпирическим обоснованием и обобщённые подходы для расчётных схем, что даёт возможность их применения в различных областях Республики Таджикистан.

3. Указывается, что для защиты от селевых катастроф эффективными являются противоселевые дамбы, селеотводные каналы, селеломы, которые распространены на северном склоне Туркестанского хребта, а также в различных селеносных бассейнах рек, где образование катастрофических селей происходит при суточных максимумах осадков от 30 до 45 мм.

4. Рассмотрены такие геодинамические явления, как лавины, которые представляют собой обвалы или соскальзывания с наклонных горных поверхностей снежных масс. Они образуются в горных территориях с устойчивым снежным покровом. Причинами схождения снежных лавин являются значительные накопления на горных склонах снежного покрова. По морфологическим признакам и характеру движения различают три типа лавин: прыгающие, лотковые, снежные осевые. Все три типа снежных лавин могут вызвать значительные разрушения, привести к человеческим жертвам и большим материальным убыткам.

5. Показано, что одним из методов борьбы со сходом снежных лавин и минимизации ущерба используют взрывы. При взрывах происходит незначительный сейсмический эффект, однако его роль до настоящего времени при образовании лавин не достаточно ясна. Поэтому в данном направлении проводятся исследовательские работы по изучению вызванных взрывами искусственных сейсмических колебаний на возможную склоновую устойчивость снега. Проведение данных работ также является актуальным, позволяет изучить различные характеристики снега, формирующего лавины, а также физико-химические ха-

рактеристики лавин, что позволит проведению мероприятий по снижению и предотвращению лавиноопасности.

6. Также изучены ветровые катастрофы. Показано, что разрушительная работа ветра проявляется в различных климатических зонах, особенно большую геодинамическую опасность представляет в Таджикистане, где имеет место сочетание следующих особенностей: резкое суточное изменение температуры, способствующее интенсификации физического выветривания; малое число атмосферных осадков, которые выпадают в виде редких и нерегулярных ливней; количество выпадающих атмосферных осадков значительно ниже по сравнению с процессом испарения (в 10-15 раз); редкий растительный покров или его отсутствие; частые ветры большой силы; наличие выветренных материалов, способных перемещаться ветром.

7. Изучены пыльные бури (мгла), возникающие в Согдийской области которые вызывают продолжительные сухие периоды, создают лёссовые почвы в предгорьях, незакреплённые пески в пустынях, частые штормовые ветры. В Таджикистане пыльные бури распространены очень неравномерно. На большей части территории наблюдаются в среднем за год от одного дня (на перевале Шахристан) до 8-9 дней, продолжительность пыльных бурь неодинакова. Наиболее продолжительные они в Кабадианском, Шахритузском, Носири Хисравском районах, более 25 часов, а на севере республики пыльные бури штормовых зон (Худжандские ворота) от 6 до 10 часов.

8. Изучены эоловые явления на правобережной террасе реки Пяндж Ишкашимского района и показало, что они формируются за счёт различных горных пород, в том числе песчаных, аллювиальных, пролювиальных и флювиогляциальных отложений.

9. Вопросы защиты населения при геодинамических бедствиях в Таджикистане закреплены в законодательстве страны и подняты на уровень госу-

дарственной политики. На основании Конституции Республики Таджикистан принят и вступил в действие в 2004 году Закон Республики Таджикистан «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в котором чётко определяются меры по борьбе с чрезвычайными ситуациями (это стихийные бедствия, катастрофы, эпидемии) и меры ликвидации их последствий, а также их осуществление.

10. Согласно требованиям к защите населения от природных бедствий, в Таджикистане разработана единая государственная система предупреждения и ликвидации катастроф, которая объединяет органы управления, силы и средства государственных органов и организаций. В их полномочия входит решение вопросов по защите населения и территорий природных бедствий, разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от геодинамических катастроф.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Доказано, что территория Таджикистана испытала и испытывает интенсивную геодинамическую нагрузку на географическую среду, при этом изучены природные геодинамические опасности на территории Согдийской области. До настоящего времени комплексный их анализ не проводился. Вместе с тем, на территории Курамино-Моголтау, Западной Ферганы, Туркестанской и Зеравшанской долин постоянно действуют географические, геологические, метеорологические и гидрологические геодинамические опасности. Одни из них происходят в виде внезапных коротких временных событий, как Кайраккумское землетрясение 1985 года, другие развиваются геодинамическими опасностями в определенное время и приводят к человеческим жертвам (лавины, камнепады, селевые потоки) и наносят огромный социально-экономический ущерб.

2. Указано, что изложенные материалы могут найти применение при проектировании и планировании мероприятий в связи с интенсификацией народного хозяйства. Ряд методических положений послужит дальнейшему развитию теории социально-экономической эффективности проектов крупномасштабной хозяйственной деятельности, препятствующей (исключающей) современным геодинамическим катастрофам на склонах, и обеспечивающей повышение их продуктивности.

3. Определено, что в Согдийской области локально во времени и в пространстве протекают современные геодинамические явления, одновременно и движения поверхности склонов, и водная, лавинная, ветровая эрозия, и различные их виды.

4. Разработана методика расчётов объёмов селей и их максимальных расходов, основанная на эмпирической зависимости. Для повышения эффективности этой методики в дальнейшем необходимо учитывать трансформацию

селей при их движении по склону. Для этого необходимо организовать на Моголтауском склоне не один, а несколько пунктов наблюдений.

5. Показано, что не в полной мере определены источники и очаги природных опасностей. В связи с этим, предложены концепции предупреждения природных катастроф, указаны методики снижения рисков и прогнозирования геодинамических опасностей, указаны пути создания единой системы мониторинга и минимизации их ущербов.

6. Исследования многолетних научных экспедиций позволили выявить изменения геодинамического пространства: под влиянием потепления климата, отступления ледников увеличивается число природных опасностей. По данным материалов полевых, научных исследований и данных центра чрезвычайных ситуаций области выявлено, что разнообразие природных условий способствует широкому развитию экзогенных процессов и геодинамических опасностей. Важнейшими из них с экономической точки зрения и их влияния на жизнедеятельность населения являются землетрясения, оползни, сели, карст, эрозия, дефляция, лавины, камнепады, обвалы.

7. Полученные результаты по современному состоянию развития экзогенных геодинамических явлений могут быть использованы для качественной оценки земельного фонда в системе государственного учета земель, составления земельного кадастра, определения экономической эффективности землеохранных затрат на основании экономической оценки земель и данных о затратах на охрану и воспроизводство, определение наносимого ущерба народному хозяйству от эрозии, селей, обвалов, оползней, лавин, камнепадов, склоновых явлений, гравитационных процессов и явлений.

8. Получение достоверных и объективных региональных и страновых данных - ключ к описанию глобального риска катастроф. В этом смысле особый интерес представляет вопрос сбора актуальной статистической информа-

ции и создания системы статистических показателей, которая позволила бы в полной мере отразить характеристики геологических катастроф, подверженных им объектов и последствий катастроф.

9. Составлен каталог природных катаклизмов, в дальнейшем необходимо провести паспортизацию и картирование территории административных районов Согдийской области по степени поражённости геодинамическими явлениями. Необходимо определить влияние климатических изменений на интенсивность селевой и лавинной деятельности на территории Пенджикентского и Айнинского районов.

10. Проведение научных исследований в области защиты населения и территорий от геодинамических катастроф и прогнозирование возможности возникновения природных бедствий, а также современных геодинамических катастроф, которые могут быть предупреждены, и принятие предупреждающих мер по смягчению разнообразных природных катаклизмов.

11. На основе полевых исследований потенциально-селевых массивов Моголтау разработана методика расчётов объёмов селей и их максимальных расходов, основанная на эмпирической зависимости. Для повышения эффективности этой методики в дальнейшем необходимо учитывать трансформацию селей при их движении по склонам. Для чего необходимо организовать на Моголтауском склоне не один, а несколько пунктов наблюдений.

12. Определено, что из всех опасностей для человеческого общества большую угрозу представляют природные геодинамические явления. По данным областного Комитета по чрезвычайным ситуациям, в 2017 году на территории Согдийской области произошло 57 природных бедствий. Ущерб от этих природных катастроф составил 4 млн. 168 тыс.сомони. Большие проблемы создают дождевые паводки, сели, лавины, оползни, сильные ветры, камнепады и другие катаклизмы.

13. Принято, что отдельные положения и результаты в виде рекомендаций были использованы КЧС и ГО Таджикистана по Согдийской области. Разработанные современные геодинамические процессы,их социально-экономические последствия и изложенные материалы могут найти применение при проектировании и планировании мероприятий в связи с интенсификацией народного хозяйства. Ряд методических положений послужит дальнейшему развитию теории социально-экономической эффективности проектов крупномасштабной хозяйственной деятельности, исключающей современные геодинамические катастрофы на склонах, и обеспечивающей повышение их продуктивности.

14. Установлено, что нынешнее состояние геодинамических опасностей в условиях резкого развития стихийных бедствий требует дифференциального подхода к оценке развития геоморфологических, географических, метеорологических бедствий в административных районах, которые приводили к многочисленным человеческим жертвам, разрушению жилых домов и сооружений и огромным социально-экономическим потерям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдуллаев, Х.М. Основные черты магматизма и металлогении Чаткало – Кураминских гор / Х.М. Абдуллаев, Ф.Ш. Раджабов, А.С. Аделунг [и др.]. - Ташкент, 1958. -216 с.
2. Абдурахимов, С.Я. Геоэкологические проблемы техногенеза на территории Северного Таджикистана / С.Я. Абдурахимов. – Пермь, Издательство ПГУ, 2003. -147с.
3. Абдурахимов, С.Я. Инновационно-геоэкологические проблемы природно-техногенного разнообразия Таджикистана / С.Я. Абдурахимов. –Худжанд: Нури маърифат, 2014. -429 с.
4. Абдурахимова, М.М. Образование природных опасностей на горных склонах и их классификация/ М.М. Абдурахимова [и др.] //Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2011. - №3(18).-С.176-193.
5. Абдурахимова, М.М. Проблемы реабилитации нарушенных земель на экосистемах Северного Таджикистана/ М.М. Абдурахимова //Материалы II Международного научного симпозиума «Возобновляемая энергия и энергосберегающие технологии». –Худжанд, 2012. -С.19-29.
6. Абдурахимова, М.М. Управление природными ресурсами и их использование в учебном процессе в высших учебных заведениях / М.М.Абдурахимова// Отчет 0216 TJ 01739 от 08.12.16 г., №936/01.3. - Душанбе, 2016. - 184 с.
7. Абдурахимова, М.М. Геоэкономика полезных ископаемых ЗападнойФерганы/ М.М. Абдурахимова //Материалы Республиканской научно-практической конференции «Изменение климата, деградация ледников и их

влияние на запасы водных ресурсов Центральной Азии». –Худжанд, 2018. - С.37-46.

8. Абдурахимова, М.М. Экзогенное природное разнообразие СеверногоТаджикистана /М.М. Абдурахимова //Материалы Республиканской научно-практической конференции «Изменение климата, деградация ледников и их влияние на запасы водных ресурсов Центральной Азии». –Худжанд, 2018. - С.52-64.
9. Абдурахимова, М.М. Анализ классификации селей в изучении природных катастроф /М.М. Абдурахимова[и др.] // Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2013. -№4(27).-С.118-122.
10. Абдурахимова, М.М. Геоэкологические особенности природных катастроф /М.М. Абдурахимова// Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2013. -№1(28).-С.76-94.
11. Абдурахимова, М.М. Геоэкономика некоторых минерально-сырьевых ресурсов Согдийской области / М.М. Абдурахимова[и др.] // Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2013. -№3(38).-С.161-173.
12. Абдурахимова, М.М. Гравитационные явления и их экономические последствия / М.М. Абдурахимова[и др.] // Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2016. -№3(38).-С.161-166.
13. Абдурахимова, М.М. Экономический анализ гравитационных процессов Согдийской области / М.М. Абдурахимова[и др.] // Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2016. -№4(39).-С.276-290.

14. Абдурахимова, М.М. Геоэкономические направления развития отраслей тяжелой промышленности Согдийской области / М.М. Абдурахимова[и др.] // Вестник Таджикского национального университета. -2016. -№2/5(207). -С.103-115.
15. Абдурахимова, М.М. Особенности становления и развития сельскохозяйственных узлов в Согдийской области / М.М. Абдурахимова[и др.] // Вестник Таджикского национального университета. -2016. -№2/6(210).-С.121-130.
16. Абдурахимова, М.М. Износ зубчиков одноковшных экскаваторов открытых месторождений/ М.М. Абдурахимова[и др.]// Учёные записки ХГУ им.акад. Б.Гафурова.Серия естественные и экономические науки. – Худжанд. -2017. -№4(43).-С.60-65.
17. Абдурахимова, М.М. Анализ геодинамических параметров экзогенных процессов / М.М. Абдурахимова[и др.] // Вестник Таджикского национального университета. 2017. -№2/4. –Ч.1. -С.60-65.
18. Абдурахимов, С.Я. Некоторые показатели изменения климата Центральной Азии/ С.Я. Абдурахимов, М.М. Абдурахимова // Республиканская научно-практическая конференция «Изменение климата, деградация ледников и их влияние на запасы водных ресурсов Центральной Азии. Худжанд, 2018. -С.37-46.
19. Абдуллаев, Х.М. Основные черты магматизма и металлогении Чаткало-Кураминских гор / Х.М.Абдуллаев, Ф.Ш. Раджабов [и др.]. -Ташкент, 1958. -216 с.
20. Арманд, Д.А. Антропогенные эрозионные процессы / Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней / Д.А.Арманд. -М., 1956. -С.737.
21. Атлас Таджикской ССР. Инженерно-геологические условия для обоснования сейсмического районирования. – Душанбе-Москва, 1968. -С.50-53.

22. Бабаев, М.А. Неотектоника и сейсмичность / В кн.: «Таджикистан - природа и природные ресурсы» / М.А.Бабаев. – Душанбе, 1982. -С.27-108.
23. Бабурин, В.Л. Оценка социально-экономического потенциала территории, подверженной неблагоприятным и опасным природным явлениям / В.Л.Бабурин, С.В. Бадина // Вестник Московского университета. Серия 5: География.-2015.-№5.-С.9-16.
24. Бабурин, В.Л. Оценка уязвимости социально-экономического развития Арктической территории России / В.Л. Бабурин // Вестник Московского университета. Серия 5: География.-2016. –№6. –С.71-77.
25. Бабурин, В.Л. Количественная оценка уязвимости социально-экономического потенциала Российской Арктики в зоне деградации вечной мерзлоты / В.Л. Бабурин // Вестник Московского университета. Серия 5: География.-2017. –№3. –С.107-116.
26. Бабурин, В.Л. Селевой риск в Алтае-Саянской горной системе/ Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита / В.Л.Бабурин, С.В. Бадина, С.А. Сократов [и др.] // IV Международная конференция, Россия, г. Иркутск – пос.Аршан (Республика Бурятия): Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. –С.14-18.
27. Бабурин, В.Л.Селевой риск в Прибайкалье и Забайкалье / Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита / В.Л.Бабурин, С.В. Бадина, С.А. Сократов [и др.] // IV Международная конференция, Россия, г. Иркутск – пос.Аршан (Республика Бурятия): Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. -С.9-13.
28. Бабурин, В.Л. Зоны концентрации социально-экономического потенциала Арктики / Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики / В.Л. Бабурин, С.В. Бадина, М.Д. Горячко, С.П. Земцов / Под ред. С.А. Сократова. - М.: Лига-Вент, 2015. -Т.1.-С.74-126.

29. Бабурин, В.Л. Социально-экономическая оценка природных рисков юга России / Развитие регионов в XXI веке / В.Л. Бабурин, С.В. Бадина // I Международная научная конференция.–Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2013.-Ч.1. -С.17-21.
30. Балацкий, О.Ф. Вопросы экономической защиты воздушного бассейна от загрязнения / В кн.: «Растения и промышленная среда» / О.Ф. Балацкий. -Киев: Наукова Думка, 1971. -С.107-110.
31. Баратов, Р.Б. Глубинное строение / Геологические очерки Памиро-Алая. История исследований. Основы геологического строения. Петрологические и геодинамические модели рудных месторождений /Р.Б. Баратов, В.И. Буданов. -Душанбе, 2005. -С.44-69.
32. Белоусов, Т.П. Геодинамика и сейсмотектоника зон сочленения Памира с Тянь-Шанем и Малого Кавказа с Большим: автореф. дис. … д-ра г.м.н. / Т.П.Белоусов. -М., 2012. -С.12-14.
33. Белоцерковский, М.Ю. Денежная оценка земель и определение ущерба, причиняемого эрозией почвам / В кн.: «Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях/ М.Ю. Белоцерковский. -М.: Изд. МГУ, 1987. -С.225-226.
34. Борисов, В.В. Совершенствование системы статистических показателей социально-экономических последствий катастроф / В.В.Борисов // Международная научно-практическая конференция. –М., Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова, 2016. -С.21-26.
35. Борисов, В.В. Статистическое моделирование прямых социально-экономических последствий землетрясений в Байкальском регионе / В.В. Борисов.-М.: Электронный ресурс «Науковедение», 2016. –Т.8. №2.
36. Борисов, В.В. Статистическое исследование социально-экономических последствий экологических катастроф / В.В. Борисов.-М., 2017. -С.3-26.

37. Буланов, С.А. Стадии развития гигантских оврагов в Таджикистане/ В кн.: «Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях» / С.А. Буланов. -М.: Изд. МГУ, 1987. -С.178.
38. Валиев, Ш.Ф. Инженерно-хозяйственная трансформация кровли литосферы Таджикистана / Ш.Ф. Валиев. –Душанбе: Сино, 2014. -С.41-42.
39. Васильчикова, С.И. Характеристика почвенного покрова / Таджикистан: природа и природные ресурсы / С.И.Васильчикова.–Душанбе: Дониш, 1982. -С.311-351.
40. Владимирова, В.Н. Ветровой режим / Таджикистан: природа и природные ресурсы/ В.Н. Владимирова. –Душанбе: Дониш, 1982. -С.182-186.
41. Воскресенский, С.С. Формирование склонов / В кн.: «Современные экзогенные процессы рельефообразования/ С.С. Воскресенский, Д.А. Тимофеев.-М.: Наука, 1970. -С.63-67.
42. Геологическая изученность СССР.–Душанбе, 1964. -Т.47. -Вып.2. -307 с.
43. Геология СССР. Том 34. Таджикская ССР.-М., 1956. -518 с.
44. Глазовская, М.А. Принципы противоэрозионных мероприятий в бассейне Десны /В кн.: «Комплексные проблемы Десны / М.А. Глазовская. -Тула: Приокское книжное изд-во, 1970. -С.16-17.
45. Головин, В.В. Сели / Таджикистан: природа и природные ресурсы / В.В. Головин.–Душанбе: Дониш, 1982. -С.245-250.
46. Горбунов, Н.П. Таджикская комплексная экспедиция / Таджикская комплексная экспедиция 1932 г. /Н.П. Горбунов.-Л.: Госкомиздат, 1933. -С.13.
47. Горная энциклопедия. Том 2. - М.: Советская энциклопедия, 1986. -С.367-371.
48. ГОСТ 25 100- 82. Грунты. Классификация. -М.: Изд-во Стандартов, 1982. -9 с.
49. Горшков, Г.П. Общая геология/ Г.П. Горшков. -М.: Изд. МГУ, 1972. – 500с.

50. Гудзон, Н. Охрана почв и борьба с эрозией (перевод с английского) / Н. Гудзон. -М.: Колос, 1974. -304 с.
51. Гуния, Г.С. Исследование физико-химических свойств пыли приземного слоя атмосферы и методов измерения ее концентрации/ Г.С. Гуния // Тр. ГГО, 1973. -Вып. 293. -С.111–122.
52. Задонина, Н.В. Современная геодинамика / Н.В. Задонина, В.А. Саньков, К.Г. Леви. –Иркутск: Изд. ИТУ, 2004. -С.17-18.
53. Закон Республики Таджикистан «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». -Душанбе, 2004. -9 с.
54. Запрягаева, В.И. Лесные ресурсы Таджикистана и их охрана / Охрана природы Таджикистана / В.И. Запрягаева.-Душанбе, 1980. -Вып.1. -С.54.
55. Заславский, М.Н. Эрозия почв / М.Н. Заславский. -М., 1979.
56. Звонкова, Т.В. Изучение рельефа в практических целях/ Т.В. Звонкова. -М.: Географгиз, 1959. -304с.
57. Звонкова, Т.В. Прикладная геоморфология / Т.В. Звонкова. -М.: Высшая школа, 1970. -272 с.
58. Инженерная геология СССР. Т.7 /Средняя Азия. -М.: Изд. МГУ, 1978. -С.131-344.
59. Ищук, А.Р. Оценка сейсмической опасности территории Таджикистана в единицах пиковых ускорений грунта / А.Р. Ищук, У.Р. Сайдуллаев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2008. –Т.52. -№8. – С.133-138.
60. Ищук, А.Р. Горы, землетрясения, Сарез / А.Р. Ищук, С.Х. Негматуллаев. – Душанбе: Дарё, 2002. –С.50.
61. Каталог землетрясений на территории СССР с1908 по 1936 гг. –М.: Наука, 1941. -С.95.

62. Качуров, Б.И. Эколого-экономические аспект сельскохозяйственного землепользования / Оптимизация, прогноз и охрана природной среды / Б.И.Качуров.-М., 1986. -С.22-24.

63. Каюмова, А.Н. Влияние камнепада на параметры бортов карьера / Геомеханика в горном деле / А.Н. Каюмова // Международная конференция: Сборник научных трудов ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 1999. –С.95-99.

64. Каюмова, А.Н. Моделирование камнепада при конструировании бортов карьеров / Геомеханика в горном деле / А.Н. Каюмова // Международная конференция: Сборник научных трудов ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2000. -С.268-273.

65. Каюмова, А.Н. Разработка компьютерной геомеханической модели камнепада в карьере / Геомеханика в горном деле // Международная конференция: Сборник научных трудов ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2002. – С.287-293.

66. Каюмова, А.Н. Обоснование параметров бортов карьеров с учетом фактора камнепада / Геомеханика в горном деле // Международная конференция: Сборник научных трудов ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2005. – С.327-334.

67. Каюмова, А.Н. Применение компьютерного моделирования для борьбы с камнепадом на карьерах / Компьютерные технологии при проектировании и планировании горных работ / А.Н. Каюмова // Всероссийская научная конференция с международным участием. - Апатиты – СПб.: ГоИ КНЦ РАН, 2009. –С.154-156.

68. Каюмова, А.Н. Особенности камнепада в рабочей зоне карьера / Геомеханика в горном деле // Международная конференция: Сборник научных трудов ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2008. –С.149-150.

69. Керзум, П.А. Природные условия, типы почв. Природохозяйственные области и районы / Таджикистан. 53. Природа и природные ресурсы / П.А.Керзум, С.И. Васильчикова. -Душанбе, 1982. -С.303-315.
70. Клюкин, А.А. Методика и первые результаты стационарных наблюдений за скоростью денудации известняковых обрывов в Горном Крыму / А.А.Клюкин, Е.А. Толстых // Геоморфология. -1973. -№4. -С.43-50.
71. Коган, Л.А. Сейсмическое микрорайонирование в Таджикистане / Л.А.Коган, В.А. Нечаев, О.А. Романов. -Душанбе: Дониш, 1974. -С.39-44.
72. Колесников, Б.П. Проблемы оптимизации техногенных ландшафтов / Современное состояние и перспектива развития биогеоценологических исследований / Б.П.Колесников, Л.В. Моторина.-Петрозаводск, 1976. -С.80-100.
73. Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан / Статистические материалы. - Душанбе, 2009. -27 с.
74. Косов, Б.С. Рельефообразующая роль антропогенной овражной эрозии /Б.С. Косов // Вестник МГУ. Серия: География. -1978. -№5. -С.16-19.
75. Костенко, Н.П. Развитие рельефа горных стран (на примере Средней Азии) / Н.П. Костенко. –М.: Мысль. – 1970. - 366 с.
76. Костенко, Н.П. Принципы геоморфологической съёмки территории Таджикистана в масштабе 1: 500 000 / Н.П.Костенко, В.А. Васильев, О.К. Чедия // Учёные записки САИГИМС. – Ташкент, 1960. -Вып.4.
77. Кюль, Е.В. Геоэкологические последствия схода снежных лавин на территории Кабардино-Балкарской Республики: автореф. дис. … канд. геол. наук / Е.В. Кюль. -М.,2005. -25 с.
78. Мансуров, Б.А. Распространение эрозионных процессов и их картографирование в Северном Таджикистане / Б.А. Мансуров [и др.] // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук.-2010. -№1(23). -С.19.

79. Мансуров, Б.А. Развитие эрозионных процессов в почвах вертикальной зональности Северного Таджикистана: автореф. дис. … канд. с/х наук / Б.А. Мансуров. - М., 2015. -24 с.
80. Марков, Е.Г. Сейсмические факторы лавинообразования (на примере Хибин): автореф. дис. … канд. геогр. наук / Е.Г. Марков. -М., 2005. –С.1-21.
81. МатериалыНаучной сессии «110 лет со дня Каратагского землетрясения (21 октября 1907 г.) и современные проблемы геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии». -Душанбе, 2017.
82. Методические рекомендации по проведению специального инженерно-геологического обследования территории.-М., 1981 (ВСЕГИНГЕО).
83. Мухаббатов, Х.М. Географические предпосылки перехода к устойчивому развитию горных регионов Таджикистана / В кн. «Проблемы устойчивого развития горных территорий Республики Таджикистан» / Х.М. Мухаббатов. –Душанбе: Сурушан, 2002. -С.84-89.
84. Мухаббатов, Х.М. Проблемы природопользования в горных регионах Таджикистана / Х.М. Мухаббатов. –Душанбе: Дониш, 2015. -С.73-74.
85. Порфирьев, Б.Н. Природа и экономика: риск взаимодействия / Б.Н. Порфирьев.-М.: Анкил, 2011. -326 с.
86. Поярков, В.Э. Сурьма и ртуть/ Оценка месторождений при поисках и разведке/ В.Э. Поярков. -М., 1955. -Вып.15.
87. Природные опасности и общество /Тематический том / Под ред. В.А. Владимирова, Ю.Л. Воробьева, В.И. Осипова. -М.: КРУК, 2002. -Сс.239.
88. Проблемы устойчивого развития горных территорий Республики Таджикистан. –Душанбе:Сурушан, 2002. - 255 с.
89. Ридер, П. Экономическая и политическая основа устойчивости в горных районах / Горы мира. Глобальный приоритет / П. Ридер, Й. Видер / Под ред. Ю.П. Баденкова, В.А. Колтлянова. -М.: Ноосфера, 1999. -С.82-121.

90. Садриддинов, А.А. Актуальные проблемы охраны почв Таджикской ССР / Охрана природы Таджикистана / А.А.Садриддинов, М.Р. Якутилов. - Душанбе, 1981. -Вып.2. -С.96-105.
91. Саньков, В.А. Сведения о математической теории катастроф при исследовании природных и природно-техногенных опасностей / В кн.: «Современная геодинамика и гелиодинамика» / В.А. Саньков. - Иркутск, Изд. ИГТУ, 2004. -С.4.
92. Сергеев, Е.М. Инженерная геология / Е.М.Сергеев. -М.: Изд. МГУ, 1978. - С.221-240.
93. Сергеев, Е.М. Геологическая среда и методы её познания / Инженерно-геологические аспекты рационального использования и охрана геологической среды / Е.М. Сергеев. -М.: Наука, 1981. -С.11-36.
94. Сергеев, Е.М. Инженерная геология / Е.М.Сергеев. -М.: Изд. МГУ, 1982. - 248 с.
95. Сидеренко, А.В. Геоморфология и народное хозяйство / А.В.Сидеренко// Геоморфология. -1970. -№1. -С.9-18.
96. Симонов, Ю.Г. Развитие склонов в условиях холодного резко континентального климата /В кн.: «Склоны, их развитие и методы изучения» / Ю.Г.Симонов. -М.: Мысль, 1971. -С.53-56.
97. Словарь терминов МЧС России, 2010 (электронный ресурс) //Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/mergencu/86
98. Состояние природной среды и природоохранной деятельности в Республике Таджикистан в 1992 году// Информационный экологический бюллетень. -Душанбе, 1993. -С.3.
99. Состояние природной среды в Республике Таджикистан в 1990-1991 годах //Национальный доклад. -Душанбе, 1993.

100. Спиридонов, А.И. Актуальные вопросы изучения склонов / Вопросы географии. Склоны, их развитие и методы изучения / А.И. Спиридонов. - М.: Мысль, 1971. -С.3-10.
101. Статистический ежегодник Согдийской области за 2000 год. -Худжанд, 2001. -С.155.
102. Статистический ежегодник Согдийской области / Главное управление Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан в Согдийской области. –Худжанд, 2017. -357 с.
103. Стихийные бедствия /Охрана окружающей среды в Республике Таджикистан (Статистический сборник) / Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. –Душанбе, 2017. -С.35-43.
104. Таджикистан: природа и природные ресурсы. -Душанбе, 1982. -500 с.
105. Таджикская ССР / ТСЭ. –Душанбе, 1974. -Т.1.
106. Тимофеев, Д.А. Терминология денудации склонов / Д.А. Тимофеев. -М.: Наука, 1978.
107. Толстых, Е.А. Методика измерения количественных параметров экзогенных геологических процессов / Е.А. Толстых,А.А. Клюкин. -М.: Недра, 1984. -117с.
108. Толстых, Е.А. Новое измерение смещения грубообломочного материала на склонах // По материалам стационаров Прибайкальской зоны БАМ / Всесоюзная конференция «Теоретические и методические проблемы повышения качества и эффективности инженерно-геологических исследований». Тема V. -Ростов н/Д, 1980. -С.79-90.
109. Толстых, Е.А. О движении курумов / Е.А. Толстых, Ю.А. Сагайдачный // Междуведомственное совещание по мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии. – М., ВСЕГИНГЕО, 1982.

110. Толстых, Е.А. Основы методики режимных наблюдений за свойствами и состоянием горных пород методом систем расчетных связей / Е.А. Толстых // Межведомственное совещание по мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии. -М., 1972. -Вып.3. -С.119-122.
111. Толстых, Е.А. Программа для вычисления и статистической обработки инженерно-геологических свойств трещиноватых горных пород: Методические рекомендации / Е.А.Толстых, З.К. Добрынина, А.А. Плетнев.-М., ВСЕГИНГЕО, 1981.
112. Толстых, Е.А. Стационарное изучение экзогенных геологических процессов / Е.А.Толстых// Материалы совещания: «Методы изучения режима и прогноза экзогенных геологических процессов». -Тбилиси, 1980. -С.46-48.
113. Торнес, Дж. Б. Геоморфология и время/ Дж.Б. Торнес, Д. Брунсден. -М.: Недра, 1981.
114. Трофимов, А.М. Количественные генетические признаки некоторых типов крупнообломочных склоновых образований (на примере Среднего Поволжья) / Вопросы географии. Склоны, их развитие и методы изучения / А.М.Трофимов, Г.П. Бутаков.-М.: Мысль, 1971. -С.129-135.
115. Трофимов, В.Т. Экологические формации литосферы / В.Т. Трофимов. -М.: МГУ, 2000. -427с.
116. Трофимов, В.Т. Особенности оценки горных пород при изучении геологической среды / Инженерно-геологические аспекты рационального использования и охраны геологической среды / В.Т. Трофимов, В.И. Осипов.-М.: Наука, 1981. -С.36-69.
117. Трескинский, С.А. Горный склон как эталон откоса / Вопросы географии. Сборник восемьдесят пятый / С.А. Трескинский.-М., 1971. -С.87-92.

118. Усков, Ю.С. Водный режим рек и гидрогеологическое районирование / Таджикистан: природа и природные ресурсы / Ю.С. Усков. -Душанбе, 1982. -С.127.
119. Фирсенкова, В.М. Изменение антропогенного рельефообразования Центральной лесостепи / Климат, рельеф и деятельность человека / В.М. Фирсенкова.-Казань, 1978. -Ч.2. -С.42-43.
120. Фирсенкова, В.М. Деятельность человека и рельеф (на примере Курской модельной области) / В.М. Фирсенкова // Геоморфология. -1982. -№3. -С.82-91.
121. Фортескью, Д. Геохимия окружающей среды / Д. Фортескью. - М: Прогресс, 1985. -288с.
122. Хабибулин, Ф.С. Антропогенное рельефообразование в районах добычи нерудных полезных ископаемых/ Современные экзогенные процессы / Ф.С. Хабибулин [и др.]. -Киев, 1987. -Ч.1. -С.49-56.
123. Хабибулин, Ф.С. Влияние добычи полезных ископаемых на антропогенное рельефообразование/ Климат, рельеф и деятельность человека / Ф.С. Хабибулин. -Казанъ: КГУ, 1978. -Ч.II. -С.53-54.
124. Ханазаров, А.А. Эрозия почв и лесомелиорация в горах / А.А. Ханазаров. -М., 1983. -С.57.
125. Ханазаров, А.А. Эрозия почв и лесомелиорация в горах / А.А. Ханазаров. -М., 1983. -С.12-26.
126. Шайгу, К.С. Катастрофы и государство / К.С. Шайгу, Ю.Л. Воробьев, В.А. Владимиров. -М., Энергоатомиздат, 1997. -160с.
127. Шико, А.И. Закономерности формирования селей и их прогноз / А.И. Шико. -М.: Недра, 1980.

128. Шико, А.И. Теоретические основы и методы прогнозов экзогенных геологических процессов / А.И. Шико // Международный семинар. –Алма-Ата, 1982. -С.361-378.

129. Щепин, П.А. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / П.А. Щепин. -Ижевск: Удмуртский университет, 2011. -С.201-212.

130. Якутилов, М.Р. Сели и борьба с ними в Таджикистане / М.Р. Якутилов. – Душанбе: Ирфон, 1966. -С.3-15.

131. Якутилов, М.Р. Эрозия почв и мероприятия по борьбе с ней по зонам Таджикистана / М.Р. Якутилов. -Душанбе, 1974. -58с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 - Социально-экономические показатели по Согдийской области

	Территория тыс. км^2	**Население на конец 2017 г., тыс. человек**	**Плотность населения**	**Объем промышленного производства (млн. сомони)**	**Плотность промпред. (тыс. сомони на км^2)**	**Поголовье овец (тыс. шт.)**	**Численность овец на км^2**
Всего по области	25,2	2608,5	103,5	9883	392,2	1059	42
Айнинский район	5,2	81	15,6	784	150,9	80	15
Аштский район	2,8	161,6	57,7	183	65,5	70	25
Б.Гафуровский район	2,7	367,6	136,1	1015	376,1	108	40
Бустон (Хукумат)	0,01	35,1	3510,0	182	18227,4	1	100
Гулистон (Хукумат)	0,01	47,1	4710,0	3527	352670,6	8	800
район Деваштич	1,6	165,7	103,6	29	18,4	110	69
Зафарабадский район	0,4	72,4	181,0	176	440,5	50	125
г.Истиклол	0,01	16,9	1690,0	28	2788,3	4	400
Истаравшанский район	0,7	262,5	375,0	356	508,4	86	123
Исфаринский район	0,8	265,1	331,4	297	370,7	34	43
Канибадамский район	0,8	205,5	256,9	194	242,3	37	46
Кух.Мастчохский район	3,7	24,2	6,5	2	0,5	92	25
Матчинский район	1	122,6	122,6	196	196,2	114	114
Пенджикентский район	3,7	290,3	78,5	1469	397,2	113	31
Спитаменский район	0,4	136,7	341,8	304	759,5	49	123
г.Худжанд	0,04	180	4500,0	943	23564,6	3	75
Дж.Расуловский район	0,3	132,7	442,3	169	563,4	58	193
Шахристанский район	1,1	41,5	37,7	28	25,5	41	37

Приложение 2 - Социально-экономические показатели по районам Согдийской области

На конец года, тыс. человек	***Территория тыс кв²***	***2012***	***2013***	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	**Плотно-сть населения**	**Пром пред. (млн. сомони)**	**Рлотность пром-пред (тыс. сом. на км²)**
Всего по области	25,2	2349	2400,6	2455,5	2511,1	2560,8	2608,5	103,5	9883,1	392,2
Айнинский район	5,2	74,4	75,6	76,9	78,2	79,8	81	15,6	784,5	150,9
Аштский район	2,8	143,5	147,5	151,6	155,2	158,2	161,6	57,7	183,5	65,5
Б.Гафуровский район	2,7	332,7	339,8	347,4	355	361,3	367,6	136,1	1015,5	376,1
Бустон (Хукумат)	0,01	30,8	31,9	32,5	33,5	34,5	35,1	3510,0	182,3	18227,4
Гулистон (Хукумат)	0,01	42,3	43	43,7	45,1	46,1	47,1	4710,0	3526,7	352670,6
Район Деваштич	1,6	146,8	150,5	154,3	158,3	162	165,7	103,6	29,4	18,4
Зафарабадский район	0,4	64,3	65,8	67,4	69,2	70,7	72,4	181,0	176,2	440,5
г.Истиклол	0,01	15,2	15,6	15,9	16,4	16,5	16,9	1690,0	27,9	2788,3
Истаравшанский район	0,7	234,3	239,6	245,5	251,4	257,2	262,5	375,0	355,9	508,4
Исфаринский район	0,8	241,1	246,1	251,4	256,3	260,7	265,1	331,4	296,6	370,7
Канибадамский район	0,8	188,9	192,5	196	199,5	202,5	205,5	256,9	193,8	242,3
Кух.Мастчохский район	3,7	22	22,3	22,8	23,1	23,7	24,2	6,5	1,8	0,5
Матчинский район	1	107,4	110,3	113,4	117	119,9	122,6	122,6	196,2	196,2
Пенджикентский район	3,7	259,3	265,1	271,8	278,4	284,3	290,3	78,5	1469,5	397,2
Спитаменский район	0,4	122,5	125,6	128,7	131,7	134,4	136,7	341,8	303,8	759,5
г.Худжанд	0,04	167,5	169,7	172,7	175,4	178,1	180	4500,0	942,6	23564,6
Дж.Расуловский район	0,3	119,4	122,2	125	127,9	130,4	132,7	442,3	169,0	563,4
Шахристанский район	1,1	36,6	37,5	38,5	39,5	40,5	41,5	37,7	28,0	25,5

Приложение 3 - Прогнозные данные государств Центральной Азии

	Годы									
	2001	**2016**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**
Казахстан	**16,1**	**18,4**	**17,2**	**17,6**	**18,1**	**19,1**	**20,5**	**22,4**	**24,5**	**27,1**
в т.ч. сельское население	7,1	-	5,6	4,8	4,1	3,8	3,8	4,1	4,5	5,2
городское население	9	-	11,6	12,7	13,9	15,3	16,7	18,3	20	21,9
Киргизия	**5**	**5,7**	**6,7**	**7,2**	**7,6**	**8**	**8,4**	**8,7**	**9**	**9,2**
в т.ч. сельское население	3,3	-	3,9	4	4,1	4,1	4	3,9	3,7	3,5
городское население	1,7	-	2,8	3,1	3,5	3,9	4,4	4,8	5,3	5,7
Таджикистан	**6,1**	**8,3**	**8,4**	**9,1**	**9,7**	**10,3**	**10,9**	**11,4**	**11,8**	**12,2**
в т.ч. сельское население	4,4	-	5,3	5,4	5,5	5,4	5,1	4,8	4,3	3,8
городское население	1,7	-	3,1	3,6	4,3	5	5,7	6,6	7,5	8,4
Туркмения	**4,8**	**5,3**	**7,3**	**8,3**	**9,3**	**10,2**	**11,3**	**12,3**	**13,4**	**14,4**
в т.ч. сельское население	2,7	-	3,2	3,3	3,3	3,3	3,2	3	2,8	2,5
городское население	2,2	-	4,2	5	5,9	7	8,1	9,3	10,5	11,9
Узбекистан	**25,2**	**29,5**	**35**	**37,8**	**40,3**	**42,6**	**44,6**	**46,3**	**47,8**	**49**
в т.ч. сельское население	16	-	20,1	21,3	22,2	22,8	23,1	23,2	23	22,6
городское население	9,3	-	14,9	16,5	18,2	19,8	21,5	23,1	24,8	26,4
Всего по региону	57,2	**67,2**	74,6	80	85	90,2	95,7	101,1	106,5	111,9

Приложение 4 - Прогноз ВНП по странам бассейна Сырдарьи (млрд.долларов США)

Прогноз ВНП по странам бассейна Сырдарьи (3 варианта), млрд. долл. США														
Год	**2001**	**2016**	**2030**			**2040**			**2090**			**2099**		
Варианты прогноза*	факт		min	mid	max	min	mid	max	min	mid	max	min	mid	max
Казахстан	22,4	**184,3**	23,9	42,5	175	24	53	353	34	198	2162	37	259	2827
Киргизия	1,5	**7,2**	2	3,6	14,9	2,2	4,8	31,8	2,8	16	174,7	2,8	19,6	213,8
Таджикистан	1,1	**7,4**	1,5	2,6	10,6	1,6	3,4	22,8	2	11,9	129,7	2,1	14,6	159,5
Узбекистан	11,5	**35,7**	16	28,3	117	17	37	250	22	127	1384	22	155	1692

Приложение 5 - Шкала Бофорта

Бал	Описательный термин	Скорость, м/с	Действие ветра на суше	Действие ветра на море
0	Штиль	0-0,2	Безветрие, дым поднимается вертикально	Зеркально-гладкая поверхность моря
1	Тихий ветер	0,3-1,5	Направление ветра определяется по отклонению дыма, а не по флюгеру	Образуется рябь, напоминающая чешую, но без пенистых гребней
2	Легкий ветер	1,6-3,3	Движение ветра ощущается на лице, шелестят листья, ветер вращает флюгер	Небольшие слабые волны, ещё короткие, но хорошо выраженные; гребни маленькие без разрыва
3	Слабый ветер	3,4-5,4	Листья и тонкие ветви деревьев колышутся, ветер развевает флаги	Крупные слабые волны, гребни начинают разрываться, гладкая пена; возможны разбросанные белые барашки
4	Умеренный ветер	5,5-7,9	Ветер поднимает пыль и клочки бумаги, качает тонкие ветви деревьев	Волны становятся более удлинёнными, белые барашки видны во многих местах
5	Свежий ветер	8,0-10,7	Качаются небольшие деревья с тонкими стволами	Умеренные волны, поднимающие волны,принимающие более выраженную, продолговатую форму; образуется много белых барашков (в отдельных случаях образуются брызги)
6	Сильный ветер	10,8-13,8	Качаются крупные ветви деревьев, слышен свист в телеграфных проводах	Образуются крупные волны, и белые пенистые гребни занимают значительные площади
7	Почти крепкий ветер	13,9-17,1	Качаются деревья, идти против ветра трудно	Море вздымается, белая пена от разрывающихся волн начинает вытягиваться в полосы вдоль направления ветра
8	Крепкий ветер	17,2-20,7	Ветер ломает мелкие ветви деревьев, препятствует передвижению	Умеренно высокие волны большой длины, кромки гребней начинают разрываться на брызги, пена вытягивается в четко выраженные полосы вдоль направления ветра
9	Очень крепкий ветер	20,7-24,4	Небольшие разрушения зданий. Деревья изгибаются и ломаются ветки, ветер срывает черепицу	Высокие волны, плотные полосы пены вдоль направления ветра гребни волн начинают опрокидываться, падать и рассыпаться на брызги
10	Шторм	24,5-28,4	Наносятся значительные повреждения зданиям, деревья вырываются с корнем (на суше бывает редко)	Очень высокие волны с длинными, загибающимися вниз гребнями. Образующаяся пена выдувается ветром большими хлопьями в виде пустых белых полос. Поверхность моря от пены принимает белый вид. Падение моря становится тяжелым и напоминает удары
11	Жёсткий шторм	28,5-32,6	Большие разрушения на значительном пространстве (на суше наблюдается редко)	Исключительно высокие волны. Суда небольшого и среднего размеров временами скрываются из вида. Море все покрыто длинными белыми хлопьями пены, располагающимися вдоль направления ветра. Края волн сдуваются в пену, ухудшается видимость
12	Ураган	32,7 и более	Ветер производит опустошительные разрушения	Воздух наполнен пеной и брызгами. Море все покрыто полосами пены. Очень плохая видимость

Приложение 6 - Система статических показателей прямых социально-экономических последствий природных катастроф (подробные данные)

№	Показатель	Единицы измерения	Источник информации
Входные статистические данные			
1	Численность безвозвратных потерь населения	чел.	Спасательные службы совместно с органами местного самоуправления.
2	Численность санитарных потерь населения		
3	Численность людей, оказавшихся без крова		
4	Количество разрушенных материальных объектов по типам:	ед.	
4.1	жилые объекты		
4.2	промышленные объекты		
4.3	административные здания и сооружения и объекты торговли		
4.4	объекты социальной инфраструктуры		
4.5	объекты жилищно-коммунальной инфраструктуры		
4.6	объекты транспортной инфраструктуры		
5	Количество поврежденных материальных объектов по типам:	ед.	
5.1	жилые объекты		
5.2	промышленные объекты		
5.3	административные здания и сооружения и объекты торговли		
5.4	объекты социальной инфраструктуры		
п.п.	Показатель	Единицы измерения	Источник информации
5.5	объекты жилищно-коммунальной инфраструктуры	ед.	Спасательные службы совместно с органами местного самоуправления
5.6	объекты транспортной инфраструктуры		
6	Общий объем завалов	км.2	
Входные нормативные данные			
7	Размер выплат компенсаций населению, пострадавшему от стихийных бедствий - в связи с потерей имущества и/или трудоспособности	Сомони в расчете на 1 чел.	Устанавливаются федеральным законодательством
8	Усредненная оценка затрат, связанных с расселением населения, оставшегося без крова, включая затраты на содержание жилого помещения и питание	Сомони в сутки расчете на 1 чел.	Органы местного самоуправления
9	Усредненная оценка затрат, связанных с оказанием медицинской помощи населению	Сомонив расчете на 1 чел.	Органы местного самоуправления
10	Средняя восстановительная стоимость по типам зданий:	сомони за м^2	Органы местного самоуправления совместно с независимыми оценочными компаниями
10.1	жилые объекты		
10.2	промышленные объекты		
10.3	административные здания и сооружения и объекты торговли		
10.4	объекты социальной инфраструктуры		

10.5	объекты жилищно-коммунальной инфраструктуры		
10.6	объекты транспортной инфраструктуры (для прокладки дорог - за 1 км.)		
11	Данные бухгалтерской отчетности организаций, осуществляющих деятельность в пострадавших районах за отчетный период, в который произошла катастрофа	сомони	Региональные органы государственной службы статистики
	Выходные данные		
12	Общие потери населения, в том числе:	чел.	Рассчитываются исследователем
12.1	Безвозвратные потери		
12.2	Санитарные потери		
13	Общий объем компенсационных выплат населению	сомони	
14	Общий объем затрат на эвакуацию и расселение населения, оставшегося без крова		
15	Общий объем затрат на оказание бесплатной медицинской помощи населению		
16	Общая стоимость (фонд) разрушенных зданий и сооружений по типам:		
16.1	жилые объекты		
16.2	промышленные объекты		
	Административные здания и сооружения и объекты торговли	сомони	Рассчитываются исследователем
	Объекты социальной инфраструктуры		
	Объекты жилищно-коммунальной инфраструктуры		
	Объекты транспортной инфраструктуры (для прокладки дорог-за 1км.)		
	Общая стоимость (фонд) поврежденных зданий и сооружений		
	Жилые объекты		
	Промышленные объекты		
	Административные здания и сооружения , объекты торговли		
	Объекты жилищно-коммунальной инфраструктуры		
	Объекты транспортной инфраструктуры (для прокладки дорог –за 1км.)		
	Общая стоимость восстановительных и ремонтных работ по типам зданий и сооружений		
	Жилые объекты		
	Промышленные объекты		
	Административные здания и сооружения и объекты торговли		
	Объекты социальной инфраструктуры		
	Объекты жилищно-коммунальной инфраструктуры		
	Объекты транспортной инфраструктуры (для прокладки дорог-за 1км.)		
	Общая стоимость разбора завалов, проведения аварийно-спасательных работ		
	Интегральная оценка прямых экономических потерь		

Приложение 7 - Социально-экономические последствия от природных бедствийпо Согдийской области

№	*Виды природных бедствий*	*Дата прохождения*	*Места проявления природных бедствий*	*Экономический ущерб*	*Нанесеный ущерб. Основные объекты н/х и человеческие жертвы*
1	Выпадение града непрерывные дожди и селевые потоки	20.07.2000	Джамоат Косатароши Пенджикентского района	28млн.200 тыс. российских рублей	Автомобильные дороги - 16км, сельское хозяйство - 33 га, оросительные линии и каналы - 16 км
2	Интенсивные дожди и селевые потоки	17-18.07.2000	Исфаринский район	166 млн.430 тыс. российских рублей	Жилые дома 69 единиц, в том числе разрушенных полностью 2, пострадавших частично 67, автомобильные дороги 15 км, оросительные линии и каналы 31 км, сельскохозяйственные культуры 293.4 га, водопроводные линии 1 км
3	Интенсивные дожди и селевые потоки	21.07.2000	Исфаринский район	220 млн.43 тыс. российских рублей	Жилые дома 52 единиц, пострадавших частично 48, в том числе разрушенных полностью 4, автомобильные дороги 9.9 км, мосты 2, пострадавших частично 67, сооружения, укрепляющие берега 0.8 км, сельскохозяйственные культуры 203.3 га, мосты, оросительные скважины и питьевой воды, другие сельскохозяйственные сооружения
4	Интенсивные дожди и селевые потоки	16-17.07.2000	Спитаменский Район	183 млн.200 тыс. российских рублей	Жилые дома 15, автомобильные дороги 4.2 км, мосты 3, линии связи 3 км, оросительные линии и каналы 29.4 км, сельскохозяйственные культуры 458. 1 га, коллекторные и дренажные линии и другие сооружения народного хозяйства
5.	Ветер	13-14.06.2000	Город Канибадам	167 млн.898 тыс. российских рублей	оросительные линии и каналы 6.7 км, сельскохозяйственные культуры 4461 га, оросительные линии и каналы 6.7
6	Интенсивные дожди	10.04.2000	район Горной Матчи	44 млн. российских рублей	Жилые дома 25, разрушенных полностью 3, фермы и полевые станы 2

7	Ветер	24.04.2000	Д. Расуловский Район	6 млн. 100 тыс. российских рублей	Частично разрушенные жилые дома 9, школьные учреждения 3, другие сооружения народного хозяйства 1
8	Дожди, селевые потоки и засуха	8.07.2000	Айнинский Район	221 млн.500 тыс. российских рублей	Сельскохозяйственные культуры 611 га, жилые дома 34, автомобильные дороги 1.2 км
			После введения национальной валюты, то есть сомони		
9	Сильные ветры	5.12.2000	Зафарабадский район	107825.00 сомони	Жилые дома 102, школы и дошкольные учреждения 21, фермы и полевые станы 34, линии электроэнергии 0.4 км, линии связи 0.282, медицинские учреждения 2 и другие сооружения народного хозяйства
			2001 год		
10	Отсутствие осадков, засуха	Май-июнь 2001 года	Айнинский Район	348 тыс. 200 сомони	Сельскохозяйственные земли 1619 га, сельскохозяйственные культуры 1619 га
11	Интенсивные дожди	29.07.2001	Айнинский Район	427.920 сомони	Сельскохозяйственные культуры 12.24 га, жилые дома 5, автомобильные дороги 24, оросительные линии и каналы 15. 9 км, другие сооружения народного хозяйства
12	Интенсивные дожди	15.08.2001	Исфаринский район	174 тыс.600 сомони	Жилые дома 52, разрушенные полностью 1, школы и дошкольные учреждения 3, транспортные дороги 6.7 км, оросительные линии и канализация 0.6 км, сооружения, укрепляющие берега 45 км, трансформаторные подстанции 3, оросительные линии и каналы 4.5 км, линии связи 1 км, линии электропередач 3.5
13	Интенсивные дожди	28.08.2001	Исфаринский район	120 тыс.660 сомони	Жилые дома 39, автомобильные дороги 19.6 км, мосты 5, оросительные линии и каналы, сооружения, укрепляющие берега 5 км, сельскохозяйственные культуры 77.3 га, переселение населения 4 хозяйств с опасных мест
14	Непрерывные дожди	14.06.2001	район Горной Матчи	8 тыс.400 сомони	Частично пострадавшие жилые дома 12
15	Непрерывные дожди и селевые потоки	28.07.2001	район Горной Матчи	21 тыс.555 сомони	Жилые дома 2, автомобильные дороги 20 км, оросительные линии и ка-

					налы 3.5 км, сельскохозяйственные культуры 5.54 га
16	Непрерывные дожди и селевые потоки	5.07.2001	район Горной Матчи	17 тыс. 500 сомони	Линии электропередач 2 км, сельскохозяйственные культуры 2 га
17	Непрерывные дожди и селевые потоки	1.09.2001	район Горной Матчи	30 тыс.337 сомони	Автомобильные дороги 2 км, мосты 1, сельскохозяйственные культуры 35 га
18	Интенсивные дожди	28.08.2001	Спитаменский район	559 тыс.452 сомони	Жилые дома 139, разрушенные полностью дома 30, транспортные дороги 20 км, мосты 4, линии электропередач 5 км, сооружения, укрепляющие берега 5 км, оросительные линии и каналы 26 км, насосы и гидротехнические сооружения 1, трансформаторные подстанции 4, сточные каналы и канализация 0, 5км, сельскохозяйственные культуры 385.15 га, культурно-развлекательные учреждения, фермы и кашары, полевые станы
2002 год					
19	Интенсивные дожди	4-5.04.2002	Айнинский район	1 млн.700 тыс. 900 сомони	Жилые дома 408, разрушенные полностью 30, транспортные дороги 264, посев сельскохозяйственных культур 138.8 га, потери крупного и мелкого скота 42 головы, лечебницы и медицинские учреждения, культурно-просветительные учреждения, линии электропередач, линии связи, оросительные линии и каналы, трансформаторные подстанции, водопроводные линии и канализация, фермы, кошары и другие сооружения народного хозяйства
20	Непрерывные дожди и селевые потоки	5-17.07. 2002	Айнинский район	554 тыс.171 сомони	Жилые дома 365, автомобильные дороги 99.6 км, сельскохозяйственные культуры 1924 га, потеря крупного и мелкого скота 2, человеческие жертвы 4, переселение 625 хозяйств с опасных мест

21	Непрерывные дожди и селевые потоки	7-8.07.2002	Айнинский район	984 тыс. 160 сомони	Жилые дома 221, разрушенные полностью 42, сельскохозяйственные культуры 25 га, школы и дошкольные учреждения 2, оросительные линии и каналы, фермы и кошары 5, человеческие жертвы 1, переселение 175 хозяйств с опасных мест, другие сооружения народного хозяйства
22	Непрерывные дожди и селевые потоки	9.07.2002	Исфаринский Район	12 тыс.650 сомони	Жилые дома 6, оросительные линии и каналы 6 км, другие сооружения народного хозяйства 17
23	Непрерывные дожди и селевые потоки	4.06.2002	Исфаринский район	1 млн.185 тыс.423 сомони	Жилые дома 244, автомобильные дороги 0.8 км, сооружения, укрепляющие берега 9.65 км, фермы и кошары 26 единиц, лечебницы 8, культурно-просветительные учреждения 4, мосты 1, линии электропередач 119.4 км, оросительные линии и каналы 150 км, насосные станции 2, оросительные линии и водоочистительные линии 11.35 км, фермы и кошары 26, сельскохозяйственные культуры 1126 га, другие сооружения народного хозяйства
24	Непрерывные дожди и селевые потоки	31.07.2002	Исфаринский Район	243 тыс. 957 сомони	Жилые дома 3, автомобильные дороги 8.8 км, мосты 3, сооружения, укрепляющие берега 10.5 км, оросительные линии и каналы 9.8 км, насосные станции 11, водопроводные и водоочистительные линии, оросительные линии и каналы 6 км
25	Случаи землетрясений	3.03.2002	Район Горной Матчи	13 тыс. 15 сомони	Автомобильные дороги 3 км, лечебницы и диагностические центры 1, мосты 1 Сельскохозяйственные культуры 13.3 га,
26	Сильные ветры	17.06.2002	Район Горной Матчи	63 тыс. 875 сомони	жилые дома 1, автомобильные дороги 64, оросительные линии и каналы 50 м

27	Непрерывные дожди и селевые потоки	22-23.04.2002	Район Горной Матчи	790 тыс. 600 сомони	Сельскохозяйственные культуры 300 га, дрена, осушительные канавы 8.2 км, сооружения, укрепляющие берега 0.8 км, автомобильные дороги 14 км, линии электропередач 4.2 км
28	Непрерывные интенсивные дожди, выпадение града и сильные ветры	5.06.2002	Шахристанский Район	663 тыс. 190 сомони	Жилые дома 145, в том числе разрушенных полностью 10, водопроводные линии и водоочистительные линии 0.4 км, оросительные линии и каналы 1.8 км, мосты 10, транспортные дороги 16 км, линии электропередач 0.7 км, оросительные линии и каналы 1.8 км, сельскохозяйственные культуры 69 га, потеря крупного и мелкого скота 11
29	Непрерывные интенсивные дожди и селевые потоки	5.06.2002	Спитаменский Район	210 тыс. 264 сомони	Мосты 3, сооружения, укрепляющие берега 114850 м, сельскохозяйственные культуры 120.6 га
30	Непрерывные дожди и селевые потоки	14.05.2002	Спитаменский Район	322 тыс. 249 сомони	Автомобильные дороги 2.4 км, сооружения, укрепляющие берега 14.5 км, сельскохозяйственные культуры 128 га, оросительные линии и каналы 17.65 км, насосные станции и гидротехнические сооружения 1, мосты 2
31	Продолжительные осадки	17-23.04.2002	Ганчинйский Район	75 тыс.248 сомони	Жилые дома 200, школы и дошкольные учреждения 4, лечебницы 1, культурно-развлекательные сооружения 1, фермы и кошары 5, автомобильные дороги 4 км, оросительные линии и каналы 5.6 км
32	Продолжительные осадки	20.07.2002	Ганчинйский Район	117 тыс.850 сомони	Автомобильные дороги 3.5 км, оросительные линии и каналы 4.1 км, сельскохозяйственные культуры 8.52 га, и переселение 22 семей в безопасное место
33	Интенсивные дожди, выпадение града, сильные ветры	2-6.06.2002	Ганчинйский Район	237 тыс.238 сомони	Жилые дома 1107, автомобильные дороги, линии электропередач 2.5 км, линии связи 6 км, насосные станции 3, сельскохозяйственные культуры 155.92 га, потеря скота 9

2003 год					
34	Интенсивные дожди и селевые потоки	10-17.04.2003	Айнинский район	366 тыс.100 сомони	Жилые дома 26, разрушенных полностью 7, школы и дошкольные учреждения 1, мосты 2, линии связи 1.7 км, оросительные линии и каналы 58.2 км, водопроводные и водоочистительные линии 3,9 км, другие сооружения народного хозяйства с суммой ущерба 3 тыс. сомони, автомобильные дороги 67 км, линии связи 1.7 км, сельскохозяйственные культуры 79 га, потеря крупного и мелкого скота 63
35.	Интенсивные дожди и понижение температуры воздуха	6.05.2003	Исфаринский район	1 млн.449 тыс.920 сомони	Транспортные дороги 0.125 км, посев сельскохозяйственных культур 6337.5 га, школы и дошкольные учреждения 1, другие сооружения народного хозяйства 1
36	Интенсивные дожди и град	19-21.05.2003	Исфаринский район	313 тыс.457 сомони	Сельскохозяйственные культуры 63 га, насосные станции 5, оросительные линии и каналы 14 км, жилые дома 64, автомобильные дороги 9.4 км, фермы и кошары 1, сельскохозяйственные культуры 63 га
37	Интенсивные дожди и селевые потоки	7-8.06.2003	Исфаринский район	321 тыс.439 сомони	Мосты 3, линии электропередач 1.4 км, сельскохозяйственные культуры 208.1 га, сооружения, укрепляющие берега 1.5 км
38	Продолжительные дожди, сильные ветры	6.06.2003	Канибадамский район	886 тыс.471 сомони	Школы и дошкольные учреждения 6, сельскохозяйственные культуры 37.31.82 га
39	Интенсивные дожди и сильные ветры	6-7.06.2003	Шахристанский район	414 тыс.526 сомони	Жилые дома 3, автомобильные дороги 12 км, сооружения, укрепляющие берега 1.5 км, сельскохозяйственные культуры 172.9 га, потеря крупного и мелкого скота 8, шиферные покрытия домов 960 штук
40	Интенсивные дожди и сильные ветры	6.06.2003	Дж.Расуловский район	553 тыс. 826 сомони	Жилые дома 1926, линии электропередач 0.25 км, сады и виноградные плантации 16 га

41	Интенсивные и продолжительные дожди	15-19.04.2003	Город Чкалов	830 тыс. 900 сомони	Жилые дома 40, автомобильные дороги 6.5 км, школы и дошкольные учреждения 3
42	Сильные ветры	6.06.2003	Город Чкалов	234 тыс. 896 сомони	Жилые дома 15. линии электропередач 20 км, оросительные линии 1.6 км, автомобильные дороги 0.35 км
43	Продолжительные дожди и сильный ветер	6-7.06.2003	Спитаменский район	90 тыс. 385 сомони	Жилые дома 189, линии электропередач 0.5 км, трансформаторные подстанции 2, фермы и полевые станы 15, сельскохозяйственные культуры 72
44	Непрерывные дожди, град и ветер	23-25.05.2003	Спитаменский район	136 тыс. 888 Сомони	Жилые дома 141, линии электропередач 0.5 км, автомобильные дороги 0.5 км, оросительные линии и каналы 0.7 км, сельскохозяйственные культуры 447.1 га
45	Интенсивные дожди	29-30.04.2003	Б.Гафуровский район	1 млн. 801 тыс.754 сомони	Сооружения, укрепляющие берега 1.2 км, оросительные линии и каналы 1.5 км, сельскохозяйственные культуры 5879 га, потеря скота 1198 голов
46	Сильный ветер	6.06.2003	Б.Гафуровский район	1 млн. 998 тыс. 34 сомони	Жилые дома 1216, линии электропередач 15.6 км, линии связи 2.8 км, оросительные линии и каналы 0.2 км, сельскохозяйственные культуры 5709 га
47	Интенсивные дожди и селевые потоки	13-14.05.2003	Б.Гафуровский район	2 млн.524 тыс. 815 сомони	Жилые дома 9, автомобильные дороги 1 км, сельскохозяйственные культуры 8.863 га, потеря крупного и мелкого скота 646 голов
			2004 год		
48	Интенсивные дожди	16-18.03.2004	Айнинский район	79 тыс.852 сомони	Жилые дома 56, полностью разрушенные дома 31, мосты 2, фермы и кошары 8, автомобильные дороги 33 км, сооружения, укрепляющие берега 17 км, сельскохозяйственные культуры 12.5 га, потеря скота 14 голов
49	Снижение температуры воздуха	15-17.03.2004	Исфаринский район	2 млн. 266 тыс. 260 сомони	Сады и плантации урюка 4163 га
50	Селевые потоки и наводнения	13-19.03.2004	Исфаринский район	174 тыс.340 сомони	Сооружения, укрепляющие берега 0.6 км, другие сооружения народного хозяйства 436

51	Непрерывные дожди и селевые потоки	17-21.07.2004	Район горной Мастчи	1 млн. 584 тыс. 217 сомони	Автомобильные дороги 145 км, сооружения, укрепляющие берега Сооружения, укрепляющие берега 13.5 км, сельскохозяйственные культуры 17.4 га, оросительные линии и каналы 4.8 км, мосты 1.
52	Непрерывные дожди и селевые потоки	14.07.2004	Город Кайраккум	331 тыс. 30 сомони	Жилые дома 30, автомобильные дороги 1.5 км, водопроводные линии и канализация 1.5 км, потеря скота 450 голов, школы и дошкольные учреждения 1, трансформаторные подстанции 1
53	Непрерывные дожди и селевые потоки	15-19.07.2004	Матчинский Район	2 млн.49 тыс. 199 сомони	Жилые дома 13, в том числе разрушенных полностью 5, школы и дошкольные учреждения 2, водопроводные линии и канализация 5 км, фермы и кошары 2, автомобильные дороги 12 км, сельскохозяйственные культуры 312.5 га, потеря скота 4
54	Землетрясение	27.03.2004	Ганчинский Район	83 тыс. 16 сомони	Жилые дома 27, разрушенных полностью 2, культурно-развлекательные учреждения 1, школы и дошкольные учреждения 4
55	Интенсивные дожди и град	18.05.2004	Ганчинский Район	246 тыс. 771 сомони	Жилые дома 102, разрушенных полностью 2, пострадавших частично 100, школы и дошкольные учреждения 6, насосы и гидротехнические сооружения 1, автомобильные дороги 37 км, сооружения, укрепляющие берега 4 км, оросительные линии и каналы 4.46 км, сельскохозяйственные культуры 444.8 га, водопроводные линии и канализация 0.24 км, потеря животных 698 голов, другие сооружения народного хозяйства 1
			2005 год		
56	Оползни	2.01.2005	Ганчинский Район	19 тыс. 763 сомони	Жилые дома 1, человеческие жертвы 7
57	Интенсивные дожди и град	29.04.2005	Б.Гафуровский район	440 тыс.226 сомони	Жилые дома 40, сельскохозяйственные культуры 1124.5 га, человеческие жертвы 1 Холикбердиева Комила, 14.05.1990 года рождения

58	Выпадение снега, резкое повышение температуры воздуха и повторное похолодание	26-27.04.2005	Исфаринский Район	3530.0 тыс. сомони	Сельскохозяйственные культуры 2168.0 га, потеря мелкого и крупного скота 22 голов, лошадей 2 головы
59	Проливные дожди и селевые потоки	14.05.2005	Ганчинский раон	513 тыс. 600 сомони	Жилые дома 10, в том числе разрушенных полностью 2, насосы и гидротехнические сооружения 2, трансформаторные подстанции 1, автомобильные дороги 17 км, сельскохозяйственные культуры 853.6 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 36 га, потеря скота 65, водопроводные линии и канализация 1.2 км, переселение 20 хозяйств в безопасные места
60	Проливные дожди и селевые потоки	4-5.06.2005	Исфаринский район	212 тыс. 104 сомони	Жилые дома 2, мосты 1, автомобильные дороги 0.4 км, сооружения, укрепляющие берега 3.5 км, оросительные линии и каналы 6.0 км, насосы и гидротехнические сооружения 12 единиц
61	Обильные дожди и повышение уровня воды в реке Зеравшан	18.07.2005	Пенджикентский Район	9 млн. 723 тыс. 200 сомони	Жилые дома713, автомобильные дороги 62 км, линии электропередач 25.3 км, линии связи 28 км, оросительные системы и каналы 26.2 км, водопроводные и водоочистительные линии 2.5 км, сельскохозяйственные культуры 312.9 га, человеческие жертвы 5, переселение 374 хозяйств из критических мест
62.	Интенсивные д ожди, селевые потоки и град	19.05.2005	Исфаринский Район	1 млн. 470 тыс. 298 сомони	Жилые дома 4, в том числе разрушенных полностью 1, школы и дошкольные учреждения 6, лечебницы и диагностические центры 1, фермы и кошары 1, сооружения, укрепляющие берега 1.5 км, насосы и гидротехнические сооружения 2, оросительные линии и каналы 8.4 км, сельскохозяйственные культуры 601.8 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 2127.0 га, сады и плантации вино-

					градников 1197.0 га, другие сооружения народного хозяйства 3.
63	Интенсивные дожди и селевые потоки	19.06.2005	Исфаринский Район	62 тыс. 325 сомони	Жилые дома 21, лечебницы 1, автомобильные дороги 4.8 км, культурно-просветительные учреждения 1, сооружения, укрепляющие берега 2.5 км, насосы и гидротехнические сооружения 7, сельскохозяйственные культуры 13 га, сады 108 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 114 га
64	Интенсивные дожди и выпадение града	30.05.2005	Айнинский Район	62 тыс. 325 сомони	Жилые дома 67, вспомогательные здания, 69, автомобильные дороги 1.4 км, оросительные линии и каналы 3.5 км, железные и асбестовые трубы 27, плодоносные и неплодоносные деревья 180 стволов, сады 0.20 га
65	Интенсивные дожди и селевые потоки	25.06.2005	Айнинский Район	323 тыс. 604 сомони	Жилые дома91, школы и дошкольные учреждения 1, линии электропередач 2 км, мосты 38, фермы и кошары 13, автомобильные дороги 48.9 км, оросительные линии и каналы 25.5 км, водопроводные и водоочистительные линии 3.4 км, фермы и кошары 13, сельскохозяйственные культуры 2.65 га, сады 11.8 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 18.24 га, потеря скота 4 головы
66	Интенсивные дожди и селевые потоки	11-21.08.2005	Исфаринский район	419 тыс. сомони	Жилые дома 4, разрушенных полностью 2, мосты 1, сельскохозяйственные культуры 194.8 га
67	Интенсивные дожди и селевые потоки	19-20.06.2005	Шахристанский Район	419 тыс. сомони	Автомобильные дороги 4 км, мосты 1, водопроводные и водоочистительные линии 4 км, оросительные линии и каналы 3.4 км, приусадебные участки и дехканские хозяйства 095 га, сооружения, укрепляющие берега 6.3 км, сельскохозяйственные культуры 21.0 га, переселение 21 хозяйства

68	Интенсивные дожди и селевые потоки	29.04.2005	Пенджикентский Район	436 тыс. 446 сомони	Автомобильные дороги 10.2 км, сооружения, укрепляющие берега 1 км, сельскохозяйственные культуры 67.22 га, потеря скота 10 голов, оросительные линии и каналы 4.2 км, фермы и кошары 1
69	Непрерывные дожди и наводнения	12-14.03.2005	Аштский район	738 тыс.500 сомони	Автомобильные дороги 3.81 км, лечебницы и диагностические центры 1, мосты 1, сооружения, укрепляющие берега 7.3 км, оросительные линии и каналы 6.5 км
70	Интенсивные дожди и селевые потоки	29.04.2005	Б.Гафуровский район	440 тыс. 226 сомони	Жилые дома 40, сельскохозяйственные культуры 1124.5 га, потеря скота 359 голов, человеческие жертвы 1
71	Интенсивные дожди, град и селевые потоки	12-13.05.2005	Истаравшанский Район	3 млн. 796 тыс. 871 сомони	Жилые дома 12, линии электропередач 1.0 км, линии связи 3.19 км, линии питьевой воды 0.6 км, насосы и гидротехнические сооружения 1, сооружения укрепляющие берега 4 км, сельскохозяйственные культуры 3570 га, человеческие жертвы 1 Рахмонкулова Матлуба 1970 года рождения, другие сооружения народного хозяйства 2
72	Интенсивные дожди	10-11.06.2005	Спитаменский район	462 тыс. 700 сомони	Жилые дома 5, сооружения укрепляющие берега 11 км, автомобильные дороги 3 км, сельскохозяйственные культуры 129.45 га, оросительные линии и каналы 27.5 км, мосты 2
73	Интенсивные дожди и селевые потоки	16.08.2005	Город Кайраккум	1 млн. 452 тыс. 170 сомони	Жилые дома 42, водопроводные линии и канализация 3.0 км, автомобильные дороги 1.5 км, линии электропередач 1.2 км, потери животных 60 голов, переселение 13 хозяйств из критических мест
74	Интенсивные осадки и сильный ветер	1.08.2005	Город Чкалов	272 тыс сомони	Жилые дома 2, оросительные линии 1.2 км, потеря животных 12 голов, потеря домашних птиц 57 голов, приусадебные участки и дехканские хозяйства 6 га, канал района «Чемчучина»

2006 год					
75	Оползень	27.02.2006	Айнинский район	24000 тыс. сомони	-
76	Обвал	24.04.2006	Ганчинский район	16520 тыс. сомони	Жилой дом гражданина села Сурхобча Бобоева Ф. провалился и 3 члена его семьи погибли
77	Обильные и продолжительные дожди и повышение уровня воды в реке Зеравшан	Лето и осень 2006 года	Пенджикентский район	1 млн. 139 тыс.415 сомони	Жилые дома 14, школы и дошкольные учреждения 2, мосты 1, насосы и гидротехнические сооружения 2, автомобильные дороги 0.4 км, сельскохозяйственные культуры 9.81 га, переселение 62 хозяйств из критических мест
78	Интенсивные дожди, град и селевые потоки	12-13.05.2006	Аштский район	385 тыс. 711 сомони	Автомобильные дороги 10.8 км, мосты 17 единиц, оросительные сооружения 4.7 км, сооружения, укрепляющие берега 0.15 км, линии электропередач 0.25 км, сады 105.5 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 3 га, потеря животных 82 голов
79	Интенсивные дожди, град и селевые потоки	1.07.2006	Ганчинский район	64 тыс. 700 сомони	Автомобильные дороги 7.5 км, сооружения, укрепляющие берега 0.1 км, сельскохозяйственные культуры 22.56 га, потеря животных 18 голов, человеческие жертвы 1 человек, Негматов Субхонкул 1968 года рожд., переселение 30 семей из опасных мест
80	Интенсивные дожди, град и селевые потоки	30.05.2006	Б.Гафуровский район	147 тыс. сомони	Жилые дома 12, автомобильные дороги 2.8 км., приусадебные участки и дехканские хозяйства 1.5 га
81	Сильные ветер, дождь и снег, понижение температуры воздуха	9-24.04. 2006	Исфаринский район	1 млн. 963 тыс.430 сомони	Сооружения народного хозяйства 4, сельскохозяйственные культуры 207.2 га, сады 3204.0 га.
82	Большой снег	Январь-февраль 2006 года	Айнинский район	106 тыс. сомони	Автомобильные дороги 52 км, приусадебные участки и дехканские хозяйства 12 га
В 2006 году сумма ущерба составила 4 млн. 755 тыс. 337 сомони					
2007 год					
83	Землетрясение	08.01.2007	Исфаринский и Шахристанский районы	2 млн. 481 тысяч 175сомони	Жилые дома 118, водонасосные станции 12 единиц, другие сооружения 10 единиц

84	Интенсивные дожди и селевые потоки	16-17.04.2007	Сельсовет селения Ёри Пенджикентского района	970 тыс. 427 сомони	Жилые дома 17, в том числе разрушенных полностью 4, разрушенных частично 13, другие сооружения 1, сельскохозяйственные культуры 246 га
85	Интенсивные дожди и выпадение града	22-23.04.2007	Шахристанский район	536 тыс. 170 сомони	Жилые дома 3, автомобильные дороги 1.2 км, водопроводные трубы 4 шт., сельскохозяйственные культуры 124.63 га, потеря животных 16 голов
86	Интенсивные дожди	17.04.2007	Спитаменский район	90 тыс. сомони	Сооружения, укрепляющие берега 3 км, оросительные линии и каналы 15 км, мосты 3, бетонные работы 56 кубов
87	Интенсивные дожди	28-30.03.2007	Район Горной Матчи	78 тыс. сомони	Мосты 3, оросительные каналы 108 км, сады и виноградники 1.2 га
88	Продолжительные дожди	03-04.2007	Исфаринский район	997 тыс. 800 сомони	Сады и виноградники 5180 га
89	Оползни	17.04. 2007	Селение Похут Айнинского района	17 тыс. 151 сомони	-
90	Непрерывные дожди	17.18.05.2007	Местность Нови Матек Айнинского района	30 тыс. 210 сомони	-
91	Обильные дожди и селевые потоки	16.05.2007	Район Горной Матчи	8 тыс. 300 сомони	48 метров канав
92	Обильные и продолжительные дожди и повышение уровня воды в р. Зеравшан	Май и июнь месяцы 2007 года	Джамоаты Амондара, Суджина,Халифа-Хасан и Саразм Пенджикентского района	451 тыс. 737 сомони	-
93	Оползни	13.06.2007	Селение Рарзи Айнинского района	115 тыс. 400 сомони	-
94	Интенсивные дожди	27.06.2007	Джамоат селаАнзоб Айнинского района	450 тыс. 230 сомони	Сады, виноградники и посевные площади дехканского хозяйства имени Аслиддинова
95	Интенсивные дожди	07.07.2007	В селениях Ремон, Пишанза и Такфони джамоата Анзоб Айнинского района	3 млн. 364 тыс. 402сомони	-
96	Интенсивные дожди	11.07.2007	Айнинский район	48 тыс. 120 сомони	107, 109, 110, 144, 145, 146, 147-ые километры трассы Душанбе-Худжанд
97	Сель	22-24.07.2007	Джамоты Ошоба и городок Шайдон Аштского района	2 млн.528 тыс. 900 сомони	Человеческие жертвы - 12 человек жителей этого джамоата
В 2007 году общая сумма ущерба составила 10 миллионов 200 тыс.122 сомони					
98	Снег	Январь и февраль месяцы 2008 года	Айнинский район	754 тыс.800 сомони	Жилые дома, дороги, каналы, сельскохозяйственные культуры

99	Повышение уровня ре ки Сырдарьи	19.02.2008	Город Худжанд	515 тыс. сомони	Сооружения народного хозяйства города
100	Продолжительные дожди	23.05.2008	Ганчинский район	337 тыс.361 сомони	Сфера сельского хозяйства, дороги и народное хозяйство
101	Интенсивные дожди и селевые потоки	25-27.05.2008	Истаравшанский район	1 млн. 595 тыс.764 сомони	Народное хозяйство
102	Интенсивные дожди	26.05.2008	Спитаменский район	1 млн. 857тыс. 388 сомони	Отрасли сельского хозяйства, народное хозяйство и дороги
103	Интенсивный дождь	26.05.2008	Консой города Кайраккум	2 млн. 159тыс. 694 сомони	Отдельные сооружения
104	Интенсивный дождь	26.05. 2008	Исфаринский район	796 тыс. 856 сомони	Сооружения, дороги и мосты
105	Интенсивный дождь	26.05.2008	Насосная станция Кизили-1 Зафарабадского района	303 тыс. 820 сомони	Сельское хозяйство
106	Снег	8-21.02. 2008	Айнинский район	30 тыс. 582 сомони	Несколько километров автомобильной дороги Душанбе-Худжанд
Сильные морозы и энергетический кризис					
107	Айнинский район	1 млн. 68 тыс.586 сомони			
108	Айнинский район	592 тыс. 764 сомони			
109	Б. Гафуровский район	7 млн. 300 тыс. 520 сомони			
110	Зафарабадский район	5 млн. 309 тыс. 520 сомони			
111	Истаравшанский район	2 млн. 320 тыс. 445 сомони			
112	Район Горной Матчи	696 тыс. 700 сомони			
113	Город Кайраккум	7 млн. 619 тыс.713 сомони			
114	Спитаменский район	1 млн. 570 тыс. 800 сомони			
115	Город Табошар	518 тыс. 121 сомони			
116	Город Худжанд	3 млн. 551 тыс. 810 сомони			
117	Шахристанский район	269 тыс. 338 сомони			
В 2008 году общая сумма ущерба составила 38 млн. 993 тыс. 998 сомони					
2009 год					
118	Интенсивные дожди и град	05. 05. 2009	Зафарабадский район	2 млн. 205 тыс. сомони	Сельскохозяйственные культуры 1838 га
119	Непрерывные дожди и селевые потоки	2-5.05.2009	Пенджикентский район	1 млн. 62 тыс. 241 сомони	Жилые дома 15, автомобильные дороги 4.8 км, селесбросы 900 м, сельскохозяйственные культуры 0.68822 га, потеря скота 18 голов, пасека 5 семей, оросительные линии и каналы 5400 км, линии связи 4330 м, водопроводные линии и канализация 800 м
120	Непрерывные дожди и селевые потоки	10-14.05. 2009	Аштский район	1 млн.378 тыс. 222 сомони	Жилые дома 2, автомобильные дороги 45 км, сооружения, укрепляющие берега 5700 м, сельскохозяйственные культуры 1.3613 га
121	Обильные дожди и селевые пото-	14.05.2009	Спитаменский район сомони	580 тыс. 390 сомони	Сельскохозяйственные культуры, мосты 1, сооружения, укрепляющие берега 150 м, селесбросы на сумму 45 тыс.

	ки				900 сомони
122	Интенсивные дожди	15.05. 2009	Б. Гафуровский район	1 млн. 543 тыс. 626 сомони	Жилые дома 1, мосты 2, сельскохозяйственные культуры, оросительные линии и каналы на сумму 152 тыс. 582 сомони
123	Непрерывные дожди и селевые потоки	14-15.05. 2009	Шахристанский район	264 тыс. сомони	Автомобильные дороги 500 м, сооружения, укрепляющие берега 150 м, сельскохозяйственные культуры, оросительные линии и каналы 80 м, мосты 2, водопроводные линии и канализация 2 км
124	Интенсивные дожди	01.06.2009	Город Табашар	115 тыс. 79 сомони	Автомобильные дороги, сооружения, укрепляющие берега 6.8 км, селесбросы, фермы и кошары, мосты 4, оросительные линии и каналы 80 м, водопроводные линии и канализация 2 км
125	Интенсивные дожди	9-13.05. 2009	Айнинский район	141 тыс.140 сомони	Жилые дома 25, школы и дошкольные учреждения 1, автомобильные дороги 1.5 км, сооружения, укрепляющие берега 15.5 км
126	Оползни	9-18.08. 2009	Айнинский район	431 тыс. 708 сомони	Автомобильные дороги 1.2 км, сельскохозяйственные культуры 9 га, линии электропередач 1.2 км, линии связи 1.2 км, линии орошения и каналы 2 км
127	Непрерывные дожди и повышение уровня воды в реках	14.05.2009	Б. Гафуровский район	4 млн. 669 тыс.308 сомони	Сельскохозяйственные культуры 371 га, мосты 5, вспомогательные трансформаторные подстанции 4, линии орошения и каналы 24.5 км
128	Холода	04.2009	Исфаринский район	1 млн. 939 тыс. сомони	Сельскохозяйственные культуры
129	Непрерывные дожди и селевые потоки	19.05.2009	Аштский район	762 тыс.567 сомони	Автомобильные дороги 21.5 км, сооружения, укрепляющие берега 2 км, сельскохозяйственные культуры на сумму 171 тыс.375 сомони, линии связи на сумму 113 тыс. 652 сомони
130	Сильный ветер	20.04.2009	Пенджикентский район	795 тыс. 165 сомони	Жилые дома 971, культурно-развлекательные сооружения 1, фермы и полевые станы 12, лечебницы и диагностические центры 5, школы и дошкольные учреждения 40, линии электропередач 7.2 км, другие сооружения народного хозяйства 5
131	Сель	2.06. 2009	Б.Гафуровский район	2 млн.699тыс.645сомони	Народное хозяйство на сумму 2 млн. 699 тыс. 645 сомони
132	Непрерывные дожди и селевые потоки	14.05. 2009	Пенджикентский район	710 тыс. 265 сомони	Жилые дома 13, автомобильные дороги 16 км, сельскохозяйственные культуры, оросительные линии и каналы 9 км, школы и дошкольные учреждения 1
В 2009 году сумма ущерба составила 19 млн. 298 тыс.046 сомони					
2010 год					
133	Дожди и град	10-12.04. 2010	Аштский район	5230 тыс. 708 сомони	Автомобильные дороги 32 км, в том числе магистрали 21 км, местные 11, мосты 2, местные 2, оросительные линии и каналы 1232 км, селесбросы 7, сельскохозяйственные культуры 700.7 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 1, лечебницы и диагностические центры 1

134	Непрерывные дожди и селевые потоки	11.04. 2010	Истаравшанский район	1146 тыс. 700 сомони	Жилые дома 8, разрушенные полностью 1, школы и дошкольные учреждения 6, мосты 5, водопроводные линии и канализация 17 единиц, другие сооружения народного хозяйства 1, сооружения, укрепляющие берега 9, сады и виноградные плантации 21 единиц
135	Непрерывные дожди, сильный ветер и селевые потоки	26.05. 2010	Спитаменский район	100 тыс. 710 сомони	Культурно-просветительные сооружения 1, сельскохозяйственные культуры 1.4 га
136	Непрерывные дожди, град и селевые потоки	05.05. 2010	Пенджикентский район	5915 тыс. 147 сомони	Жилые дома 16, автомобильные дороги 8 км, сельскохозяйственные культуры 216 га, потеря мелкого рогатого скота 113 голов, лошадей 1 голова
137	Природные бедствия	27.04. 2010	Шахристанский район	331 тыс. 299 сомони	Автомобильные дороги 12 км, сооружения, укрепляющие берега 0.2 км, сельскохозяйственные культуры 70.83 га, потеря крупного и мелкого скота 18 голов, лошадей 2 головы
138	Природные бедствия	12.05. 2010	Шахристанский район	403 тыс. 372 сомони	Автомобильные дороги 6 км, сельскохозяйственные культуры 76.0 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 3.3 га
139	Непрерывные дожди и селевые потоки	05.0 5.2010	Ганчинский район	892 тыс. сомони	Жилые дома 17, крупный и мелкий скот 25 голов
140	Непрерывные дожди и селевые потоки	13-15.06. 2010	Ганчинский район	518 тыс. 166 сомони	Жилые дома 23, сельскохозяйственные культуры 0.97 га
141	Непрерывные дожди, град и селевые потоки	26.05. 2010	Д. Расуловский район	2667 тыс. сомони	Жилые дома 16, сельскохозяйственные культуры 1409 га, сады, виноградные плантации 38 га
142	Непрерывные дожди , град и селевые потоки	12.05. 2010	Д. Расуловский район	859 тыс.сомони	Автомобильные дороги 3 км, сельскохозяйственные культуры 38 га
143	Непрерывные дожди, град и селевые потоки	12-15.2010	Д. Расуловский район	900 тыс. сомони	Оросительные линии и каналы 2 км
144	Снег	Март-май 2010 года	Исфаринский раон	3085 тыс. 187 сомони	Жилые дома 4, автомобильные дороги 1 км, сельскохозяйственные культуры 3.58 га
145	Непрерывные дожди, град, сильный ветер и селевые потоки	Май-апрель 2010 года	Исфаринский раон	2782 тыс. 500 сомони	Жилые дома 7, автомобильные дороги 1 км, сельскохозяйственные культуры 0.4311 га, овощи 0.3661 га
146	Дождь и селевые потоки	17-11.05. 2010	Айнинский район	150 тыс. сомони	Жилые дома 47, автомобильные дороги 17.09 км, сельскохозяйственные культуры 17.18 га
147	Непрерывные дожди и селевые потоки	23.08.2 010	Айнинский район	1157 тыс. 760 сомони	Жилые дома 90, сельскохозяйственные культуры 0.042 га, потеря мелкого и крупного скота 40 голов, лошадей 3 головы

148	Снег	25-26. 12.2010	Айнинский район	260 тыс. 600 сомони	Жилые дома 28, другие сооружения народного хозяйства 2
149	Обильные дожди и селевые потоки	20-21.07. 2010	Район Горной Матчи	164 тыс. сомони	Жилые дома 3, сельскохозяйственные культуры 1.7 га, потеря мелкого и крупного скота 17 голов
150	Наводнения	8-10.08. 2010	Район Горной Матчи	91 тыс. 565 сомони	Автомобильные дороги 120 м, сооружения, укрепляющие берега 160 м
151	Сель	16-18.06. 2010	Аштский район	2714 тыс. 983 сомони	Жилые дома 2, автомобильные дороги 31 км, сельскохозяйственные культуры 0.226645 га, потеря мелкого и крупного скота 37 голов
152	Сель	05.07. 2010	Аштский район	477 тыс.505 сомони	Автомобильные дороги 13.6 км, площади добычи соли 12 га, сельскохозяйственные культуры 0.00175 га
153	Непрерывные дожди, оползни и селевые потоки	13-14, 22-23. 2010	Пенджикентский район	7640 тыс. 64 сомони	Жилые дома 6, сооружения, укрепляющие берега 0.9 км, сельскохозяйственные культуры 71.4 га, сады и виноградные плантации 4.5 га
154	Интенсивные дожди и селевые потоки	21.06. 2010	Город Кайраккум	685 тыс.796 сомони	Жилые дома 12, автомобильные дороги 10 км, другие сооружения народного хозяйства 2
155	Наводнения	5-6.08. 2010	Б.Гафуровский район	800 тыс. сомони	Мосты 1 единица
156	Ветер	26.05. 2010	Город Худжанд	339 тыс. 941 сомони	-
157	Интенсивные дожди	14.06. 2010	Айнинский район	56 тыс. 122 сомони	Жилые дома 4, сельскохозяйственные культуры 3.0 га, потеря мелкого и крупного скота 23 голов, птиц 16 голов
В 2010 году сумма ущерба составила 30 млн. 591 тыс. 334 сомони					
2011 год					
158	Ветер	10-11.02. 2011	Зафарабадский район	133 тыс. 400 сомони	Жилые дома 404, школы и детские дошкольные учреждения 7, культурно-развлекательные учреждения 2, фермы и кошары, полевые станы 8, сооружения народного хозяйства 1
159	Холода	1-3.04. 2011	Исфаринский район	5043 тыс. сомони	Сады и виноградные плантации 5. 368 га
160	Ветер	12.06. 2011	Исфаринский район	184 тыс. 790 сомони	Сельскохозяйственные культуры 0.195 га, водопроводные линии и канализация 2.0 км, селесбросы 2.0, насосные станции и гидротехнические сооружения 16
161	Землетрясения	25.07. 2011	Исфаринский район	339 тыс. 230 сомони	Жилые дома 1, сады и виноградные плантации 0.007 га, школы и дошкольные учреждения 7
162	Интенсивные дожди и селевые потоки	08.04. 2011	Аштский район	1 млн. 798 тыс. 996 сомони	Автомобильные дороги 4.6 км, сельскохозяйственные культуры 0.54 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 0.12 га, потеря мелкого и крупного скота 200 голов
163	Сель	11.06. 2011	Аштский район	2005 тыс. 726 сомони	Жилые дома 23, разрушенные полностью 16, школы и детские дошкольные учреждения 3, культурно-развлекательные сооружения 1, автомобильные дороги 10.5 км, мосты 1, линии электропередач 0.5 км, оросительные линии и каналы 5.85 км, сельскохозяйственные культуры 0.00.55 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 0.017 га

164	Непрерывные дожди и селевые потоки	5.05. 2011	Пенджикентский район	202 тыс. 527 сомони	Сельскохозяйственные культуры 16 га, автомобильные дороги 10.5 км, мосты 3, линии электропередач 1.2 км, оросительные линии и каналы 2 км, водопроводные линии и канализация 0.5 км, потеря скота всего 2 головы, приусадебные участки и дехканские хозяйства 11 га
165	Непрерывные дожди и град	12-13.06. 2011	Пенджикентский район	1 млн. 266 тыс. 415 сомони	Автомобильные дороги 23 км, жилые зоны 1, линии электропередач 10.9 км, оросительные лини и каналы 11, 55 км, вспомогательные трансформаторные подстанции 1, сельскохозяйственные культуры 236.45 га, потеря скота всего 28 голов, другие сооружения народного хозяйства 2
166	Непрерывные дожди и селевые потоки	7-10.05. 2011	Шахристанский район	270 тыс. 931 сомони	Автомобильные дороги 4.265 км, сельскохозяйственные культуры 37.6 га, потеря скота всего 17 голов, линии питьевой воды 0, 650 км, полностью разрушенные мосты 4, линии электропередач 0.250 км, оросительные линии и каналы 4234 км, приусадебные площади и дехканские хозяйства 4.80 га
167	Непрерывные дожди и селевые потоки	12.06.2011	Шахристанский район	157 тыс. 22 сомони	Автомобильные дороги 2.2 км, сооружения, укрепляющие берега 0.25 км, сельскохозяйственные культуры 67 га, линии питьевой воды 0.18 км, оросительные линии и каналы 0.12 км
168	Непрерывные дожди и селевые потоки	12.06. 2011	Спитаменский район	824 тыс. 400 сомони	Сооружения, укрепляющие берега 2 км, сельскохозяйственные культуры 0.227 га, дрена, осушительные канавы 5 км, другие сооружения народного хозяйства
169	Непрерывные дожди и град	12.06. 2011	Д.Расуловский район	1 млн. 950 тыс. 600 сомони	Сельскохозяйственные культуры 48.8 га, приусадебные участки и дехканские хозяйства 2.4 га, мосты 2, оросительные линии и каналы 2 км, наземные трансформаторные подстанции 1, линии питьевой воды 9.3 км
170	Интенсивные дожди, град и селевые потоки	12-14.06. 2011	Деваштичский район	13млн.575 тыс. 700 сомони	Жилые дома 7, автомобильные дороги 63.5 км, сооружения, укрепляющие берега 2.750 км, сельскохозяйственные культуры 4122.95 га, потеря скота всего 28 голов, оросительные линии и каналы 1 км, линии электропередач 1 км, мосты 9
171	Непрерывные дожди и селевые потоки	12.06. 2011	Пенджикентский район	55 тыс. 500 сомони	Жилые дома 3, автомобильные дороги 7 км, мосты 4, школы и дошкольные учреждения 2
В 2011 году сумма ущерба составила 27 млн. 808 тыс. 095 сомони					

Приложение 8 - Чрезвычайные ситуации природного характера на территории Таджикистана

годы	Всего	Из них:							
		земле-трясения	новод-не-ния	сели, лавины	оползни	сильные ветры	эпидемии	эпизотии	прочие
2012	308	31	6	205	19	6	-	-	41
2013	83	25	6	34	1	4	-	-	6
2014	67	11	2	33	5	9	1	-	6
2015	90	15	9	42	2	3	-	-	19
2016	55	2	-	34	4	8	-	-	7

Приложение 9 - Объекты, пострадавшие в результате стихийных бедствий

Объекты	2003	2012	2013	2014	2015	2016
Пострадало жилых домов - всего (шт.)	8896	1622	314	283	1061	1060
Полностью разрушено	883	217	110	50	331	101
Школы и детские дошкольные учреждения (шт.)	288	47	11	7	80	27
Больницы и поликлиники (шт.)	44	10	3	2	9	-
Автомобильные дороги (км)	658	550	44	116,4	213,9	644,8
Мосты (шт.)	92	98	7	32	84	156
Берегоукрепительные сооружения (км)	101	54,0	5,4	11,5	38,6	54,9
Оросительные сети и каналы (км)	551	393	40,1	50,2	121,8	308,5
Коллекторно-дренажные сети (км)	12	21	6	5	15,1	26,9
Водопроводные и канализационные линии (км)	48	408	0,2	3	12,9	34
Линии электропередачи (км)	107	74	2,5	45,35	71,7	79,5
Сады и виноградники (тыс. га)	20,7	1,64	5047,5	3682,6	26,0	4,2
Падеж скота (голов)	4809	12349	159	1366	507	248
Подлежат переселению (семей)	383	236	-	-	-	-