

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра физической географии и экологии

Заведующий кафедрой
канд. геогр. наук, доцент
Д.А. Дирин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистра

ОЦЕНКА ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ВАХШКОЙ ДОЛИНЫ (РЕСПУБЛИКА
ТАДЖИКИСТАН)

05.04.02 География
Магистерская программа «Ландшафтное планирование»

Выполнил работу
студент 2 курса
очной формы обучения

Муминов Бахромжон Халилович

Научный руководитель
канд. геогр. наук, доцент.

Идрисов Ильдар Рустамович

Рецензент
канд. геогр. наук, доцент. Главный
научный сотрудник НИЛ
«Геоэкологических исследований»
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Нижевартовский государственный
университет».

Коркин Сергей Евгеньевич

Тюмень, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	8
1.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.....	8
1.2. РЕЛЬЕФ.....	9
1.3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	13
1.4. ГИДРОЛОГИЯ.....	16
1.5. ГИДРОГЕОЛОГИЯ	17
1.6. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЖИВОТНЫЙ МИР.....	19
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	22
2.1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	22
2.2. ОПАСНЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ	24
2.3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЛАВИН В ТАДЖИКИСТАНЕ	33
2.4. МЕТОДОЛОГИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В ТАДЖИКИСТАНЕ	37
2.5. МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ	42
2.6. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭРОЗИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ	48
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	52
3.1. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ	52
3.2. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПО КОЛИЧЕСТВУ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	54
3.3. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	59
3.4. ОЦЕНКА ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ ПО ДИСТАНЦИОННОМУ МЕТОДУ	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	79

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Изучаемая территория расположена в южной части Республики Таджикистан и включена в центральную часть территории Хатлонской области.

Вахшская долина регулярно подвергается экзогенным процессам, таким как наводнения, селевые потоки, эрозии и различные другие процессы и явления, оказывая негативное воздействие на ландшафт. Экзогенные процессы обычно приводят к гибели незначительного количества людей, но значительный ущерб наносится местной инфраструктуре, включая жилье, дороги, ирригационные системы и утрату частной и промышленной производительности.

Экзогенные процессы на территории исследования являются одним из факторов изменения природной среды. Нарушение одного территориального комплекса объектов ландшафта часто приводит к модификации других, а иногда и необратимое изменение всего ландшафта. Неправильное ведение хозяйственной деятельности человека обуславливает преобразование ландшафтов и важную роль играет активизация экзогенных процессов. В настоящее время, на территории Вахшской долины практически не осталось природных компонентов, не подвергавшихся экзогенным процессам и хозяйственной деятельности.

Исследования и определенные методики изучения экзогенных процессов пока достаточно неусвоены. Возникновение комплексных ландшафтно-экологических проблем, связанных с проявлением в природных и антропогенных ландшафтах опасных процессов, обуславливает необходимость изучения негативного влияния этих процессов на структуру и функционирование ландшафтов. Изменения в ландшафтах, в результате негативного влияния экзогенных процессов, приводящие к частичной, либо радикальной смене одних ландшафтов другими. Существенные или незначительные разрушения происходят в основном в результате проявления засоления, увлажнения, эрозии и других процессов. Целостное или частичное нарушение ландшафта -это изменение морфологии рельефа.

Одной из основных проблем в ландшафтном и территориальном планировании является оценка степени активности экзогенных процессов. Экзогенные процессы опасны и могут оказывать разрушительное воздействие на города, районы, особенно на территории, расположенные в предгорно-горной зоне. Губительно влияют селевые потоки, лавины, оползни, эрозия почв, приводящие к формированию больших оврагов и оползней.

Объект исследования - современные экзогенные процессы Вахшской долины Хатлонской области.

Предмет изучения - экзогенные геоморфологические процессы и явления, определяющие природное состояние региона исследования.

Вахшская долина регулярно подвергается экзогенным процессам, таким как наводнения, селевые потоки, эрозии и различные другие процессы и явления, которые оказывают негативное воздействие на формирование ландшафта. Экзогенные процессы приносят значительный ущерб местной инфраструктуре включая жилье, дороги, ирригационные системы и утрате частной и государственные промышленности. В связи с этим, при ландшафтном планировании, проведение оценок экзогенных процессов Вахшской долины является крайне актуальной проблемой.

Цель и задачи исследования. Целью данной дипломной работы является комплексный анализ и оценка экзогенных процессов Вахшской долины.

В ходе исследования были поставлены следующие задачи:

- проанализировать результаты предшествующих исследований по экзогенными процессам, выявить новую информацию о современном состоянии и особенностях формирования экзогенных процессов;
- с применением методов дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий выполнить районирование территории по частоте проявление экзогенных процессов и степени риска;
- на основе проведенных исследований создать серию карт: интегральной оценки частоты проявление экзогенных процессов, оценки степени риска на территории Хатлонской области, карты экзогенных процессов и

пораженности экзогенными геологическими процессами Вахшской долины.

Исследуемая территория характеризуется проявлением следующих экзогенных процессов: оползни, сели, карст, оврагообразование, подмыв берегов реки, просадка в лессовых грунтах, заболачивание, засоление, дефляция, выражающиеся в сдувании и перемещении песков. Оползневые явления, проявления карста и сели характерны для горной и предгорной части территории. Просадочные и эрозионные явления отмечаются по всей территории распространения лессовых грунтов, особенно интенсивно проявляясь на орошенных полях. Засоление и заболачивание встречается в поймах реки Вахша и орошаемых территориях. Оврагообразование распространено на предгорных частях рельефа, поверхности террас, особенно в местах сброса сточных вод.

Дефляция интенсивно проявляется в низовьях реки Пянджа. Обмывание и обрушение берегов рек встречается вдоль реки Пяндж и Вахш. Проявление различных экзогенных процессов Вахшской долины открывает возможность использовать различные методы при оценке территории и при районировании по различным степеням опасностями ландшафта.

Научная новизна:

- разработана методика проведения интегральной оценки частоты проявления по количественным данным экзогенных процессов;
 - разработана методика интегральной оценки степени риска по степени опасности экзогенных процессов;
 - при разработке методики интегральной оценки частоты и риска использованы технологии ГИС-программ;
- на основе результатов дистанционного зондирования Земли, составлены оригинальные карты экзогенных процессы Вахшской долины;
- на основе дистанционного зондирования Земли составлена карта пораженности территории экзогенными процессами Вахшской долины;

- при ландшафтном и территориальном планировании на территории Вахшской долины, необходимо учитывать результаты оценки риска экзогенных процессов и пораженности территории экзогенными процессами.

Защищаемое положение:

- пространственная неоднородность распределения экзогенных процессов на территории Вахшской долины, характеризуется разной степенью частоты проявления экзогенных процессов, степени риска и пораженности экзогенными процессами и приурочена к определенным ландшафтам.

- разработанные в ходе исследования методики интегральной оценки экзогенных процессов (на ландшафтной основе) рассматриваются как информационная среда для планирования хозяйственной деятельности на территории.

Степень разработанности темы. Самые ранние сведения по общей геологии и орографии района появились с момента организации Русского Географического общества (1845 г.). Большую роль сыграли исследования П.П. Семенова-Тяньшанского (1856-1888 г.), А.П. Федченко (1874-1887 г.), В.Ф. Ошанина (1881 г.), И.В. Мушкетова (1874-1887 г.), В.А. Обручаева (1886-1888г.), исследовавших территорию Средней Азии.

В трудах этих ученых дается описание геологических строений отдельных областей, имеются сведения о геоморфологии и происхождении лесов, отмечены сведения новейших тектонических движений и их значение в формировании современного рельефа. Наиболее изучены экзогенные процессы были в советский период и отражены в работах И.И. Трафимова (1944), В.А. Белоусенко (1958), Е.И. Сквалецкого (1963), О.Г. Попова (1969), В.В. Лим (1978), В.С. Федеренко (1978), А.П. Баратова (1989-1992 гг) и др. В настоящее время служба слежения и оповещения по опасным экзогенным процессам, которую «Южная Гидрогеологическая Экспедиция» проводит уже более 45 лет, относится к самым главным инженерно-геологическим исследованиям.

Методы и методология исследований. Для решения поставленных задач применялись теоретические и экспериментальные исследования.

Для составления карты по оценке экзогенных процессов использовались в сборнике тематических карт «Природные ресурсы Таджикской ССР», картографические материалы разработанные М.С. Саидовым, Н.Р. Ищук и А.Р. Ищук, космические снимки Sentinel-2, Landsat-8 и SAS планета.

В процессе работы применялись методы космического картографирования и дистанционного зондирования Земли, оцифровка архивных карт для создания базы данных и интегральной оценки территории по экзогенным процессам осуществлялась обработка данных по программе ГИС на персональных компьютерах.

В работе использованы программное обеспечение как: MS Office, SASGIS, QGIS и ArcGIS.

Структура и объем работы.

Дипломная работа состоит из введения, трех глав и заключения общим объемом 83 страниц печатного текста, включающего 28 рисунков, 9 таблиц. Список использованной литературы представлен 54 наименованиями.

ГЛАВА.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

1.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Вахшская долина расположена в центральной части Хатлонской области, в юго-западной части Республики Таджикистан. В Вахшской долине выделяют следующие районы: Бохтар, Сарбанд, Вахш, Дж.Балхи, Джайхун, Джиликуль и именно А.Джами (Рисунок 1). Наиболее крупными населенными пунктами являются города Бохтар и Сарбанд.



Рисунок 1. Административная карта Хатлонской области

Река Вахш образуется слиянием рек Сурхоба и Обихингоу. В горной части река Вахш протекает в глубоком низком ущелье при выходе из ущелья на равнину, образуется Вахшская долина.

В географическом отношении Вахшская долина охватывает нижнюю часть бассейна реки Вахш, протекающая через его центральную часть. Северная граница долины ограничивает выход в Яванскую впадину, и южная граница проходит по реке Пянджа и граничит с Республикой Афганистан. Водораздельные хребты Ходжа-Казиян и Ак-Тау, отделяющие Вахшскую

долину от долин соседних рек Кафирниган на западе и водораздельную возвышенность, отделяющую долину от бассейнов рек Таир-Су и Кызыл-Су на востоке, имеют вид невысоких горных хребтов.

Река Вахш начинается далеко в горах от ледников Алтайского и Заалтайского хребта. В горной части река протекает в глубоком низком ущелье. При выходе из ущелья на равнину Вахш, река резко поворачивает к западу и после плавного широтного поворота изменяет свое течение на южное, сохраняя его до самого слияния в р. Пяндж. На всем этом участке река протекает у западного края долины, оставляя на левом берегу широкое равнинное пространство террас.

1.2. РЕЛЬЕФ

На юго-западе Таджикистана, к югу от высокогорий Гиссаро-Алая и к западу от Памира, расположена пониженная область с невысокими хребтами и обширными котловинами, именуемая Южно-Таджикской депрессией [Тольмачев, 1974].

В предгорьях проходит пояс адыров, образующий переходную полосу от равнин к хребтам. Адыры - разные по форме и размерам, встречаются сопочные и грядовые, мелкие и крупные. Возвышенности нередко представляют плато. На юге, в низовьях реки Вахш, расположена Вахшская долина, вытянутая в меридиональном направлении на 110 км и ее ширина колеблется от 7 до 25 км.

В состав долины входит широкая пойма с тугайными зарослями и отчетливо выраженной подпойменной террасой. Вахшская долина ограждена полукольцом невысоких гор и открыта в южном направлении. С севера к ней примыкают совсем безводные Яванская и Обикиикская долины, орошаемые водой из р. Вахш по тоннелям, пробитой в хребтах Каратау и Джетымтау [Станюкович, 1982]. Вахшская долина характеризуется предгорным рельефом. Отличительной чертой рельефа является четкое чередование горных хребтов с широкими речными долинами и межгорными впадинами.

В пределах района выделяются следующие наиболее крупные орографические элементы: долина реки Вахш, хр. Табакчи, хр. Кызыл-Тумшук и Ак-Баш-Адыр, хребет Арук-Та, хр. Кызымчек и хр. Ходжа-Казиян и безимьянные холмистые гряды (Рисунок 2).

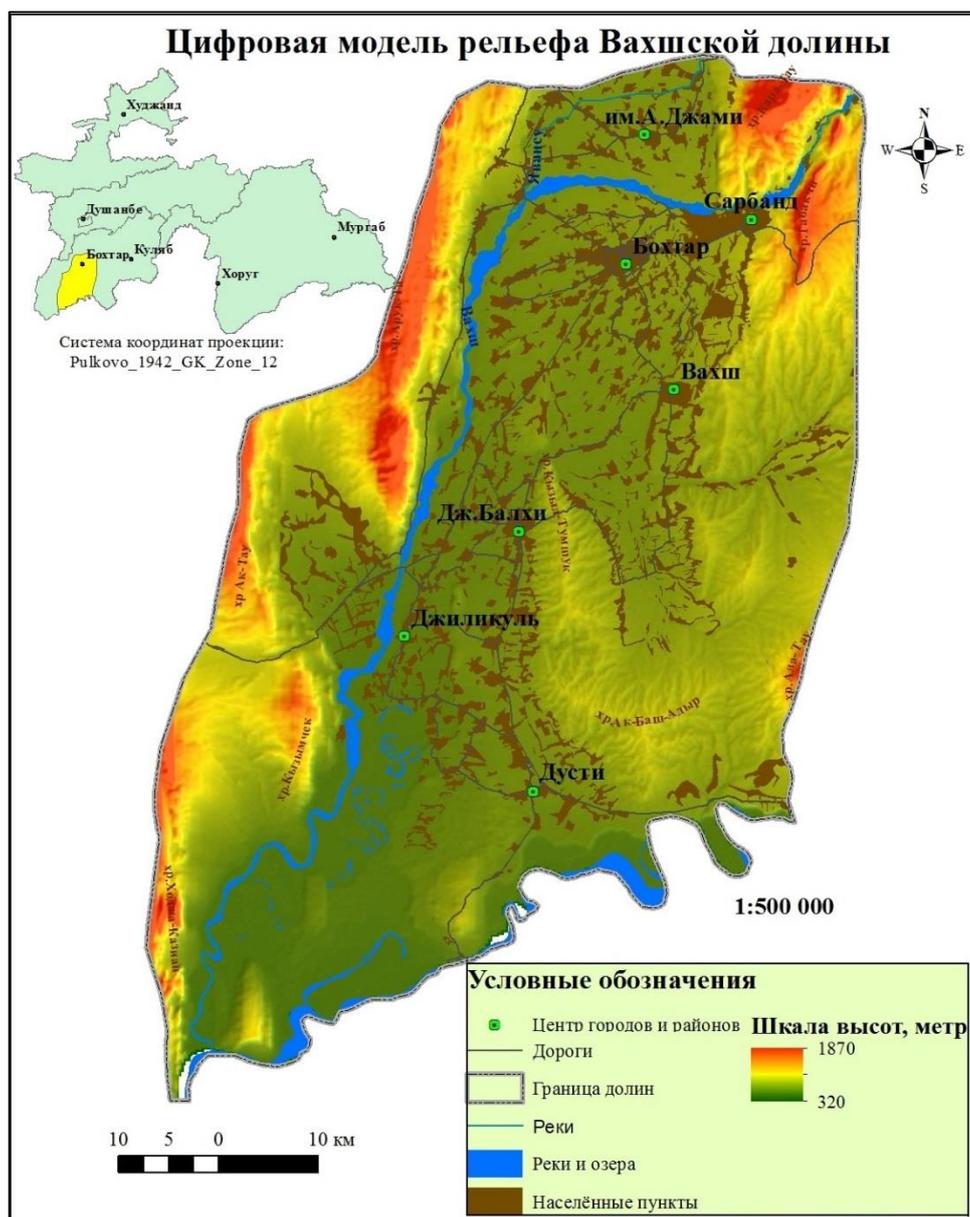


Рисунок 2. Цифровая модель рельефа Вахшской долины (Автор составил карту на основах материалов спутника GMTED)

Перечисленные хребты и долины протягиваются с севера на юг или в направлении к меридиональному. На востоке Вахшской долины ограничивает хребет Табакчи, имеющий абсолютные высоты от 1250 м, на севере до 900 м на

юге 350 м, и горы Кызыл-Тумшук высотные отметки которой составляют 550-600 м в северной части, слагающиеся к югу, где проходит горы Ак-Бой-Адыри.

На западе долину ограничивают хребты Ак-Тау, Арук-Тау и другие. Высота их по направлению к югу снижается, как например, у хребта Арук Тау высоты снижается от 1420 м до 600 м, хребет затухает, и река Вахш протекает здесь у основной горы Кыз-Пичок, абсолютная высота которой равна 900 м, снижается к югу до 450-400 м.

Южный выход реки Вахш на горы. Примерно, в 30 км долина резко суживается к окончанию гор Ак-Баш-Адыри, называющих здесь горами Кызыл-Тумшук, приводящие с юго-востока под острые уклоны к направлению долины.

Северная часть долины имеет овальную форму, длина продольной оси овала около 30 км и в поперечную около 25 км. Южная часть долины в начале имеет ширину 10-12 км, а у слияния с р.Пяндж -25-30 км.

Абсолютные высоты основных хребтов колеблются в пределах 800-1900 метров и лишь в редких случаях превышают 1870 метр. Относительное превышение хребтов над долинами колеблется в пределах 500-1500 метр.

Расположение долины крайне неравномерное. Участки крутых склонов хребтов, где развиты глубокие ущелья и овраги, имеют хорошую обнаженность. Пологие склоны и водоразделы основных хребтов обнажены плохо, так как покрыты мощным чехлом четвертичных отложений. По схеме сейсмического районирования площадь работ относится к 7 бальной зоне. Среди современных геологических процессов наибольшее распространение выветривание, сели, эрозия, оползни, карст.

Уклон земной поверхности - один из самых простых и очень важных ландшафтных параметров. Он относительно легко измеряется и очень информативен с точки зрения морфологии, и с точки зрения функционирования ландшафта. Для горных стран принята классификация Беручашвили, 1983.

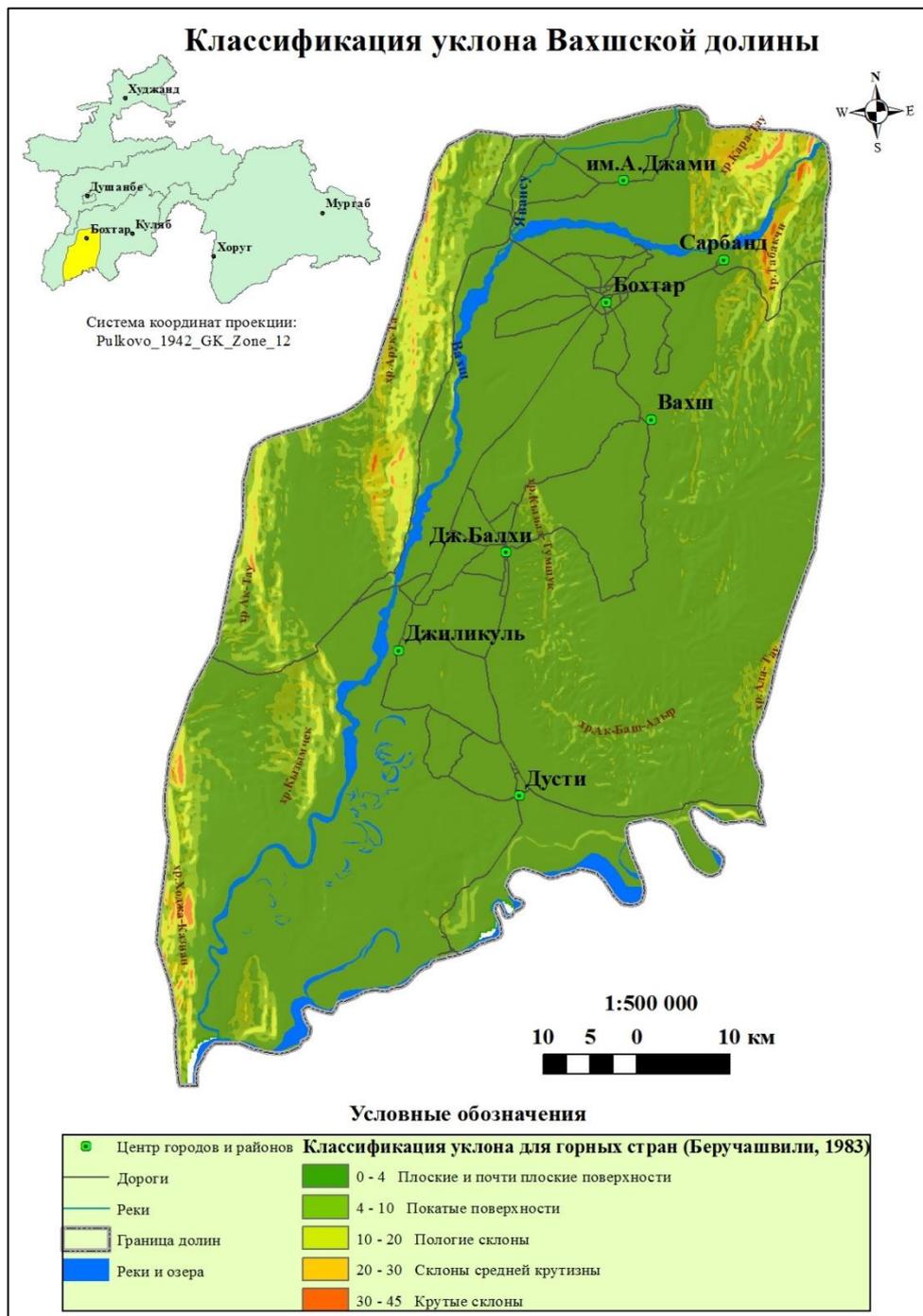


Рисунок 3. Классификация уклона Вахшской долины (Автор составил карту на основах материала спутника GMTED)

Уклон равнинной поверхности долин изменяется от 0 до 45⁰. Основная равнинная часть долины представлена серией террас, образованной эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек Вахш и Пяндж со своими притоками. Очень крутые и скалистые (обрывистые) склоны видны на вершинах хребтах Табачки, Ходжа-Казиян и Ак-Тау.

Цифровая модель карты рельефа Вахшской долины и Классификация уклона Вахшской долины составлено на программе ГИС-технологии с использование материалы спутники GMTED.

1.3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Географическое положение Вахшской долины обусловлено засушливостью и резкой континентальность климата территории. Резкая континентальность выражается в больших перепадах температур в течение года. Засушливость характеризуется полным отсутствием осадков в длительный летний период

Характеризуются большими величинами солнечной радиации и засушливостью. Очень жаркое, сухое лето и мягкая короткая зима характеризуют климат района как резко континентальный, с небольшими суточными и сезонными колебаниями температуры, давления, и влажности воздуха, а также количеством выпадающих осадков.

Лето сухое и жаркое, зима дождливая и теплая, за исключением горных хребтов, где часто в зимнее время выпадает снег.

Максимальная температура воздуха приходится на июль-август месяцы, минимальная на январь (до -15°C). В течение года средняя температура колеблется от $25,2^{\circ}\text{C}$.

Самые жаркие месяцы: июнь, июль, август. Абсолютные максимальные температуры достигают $+45^{\circ}\text{C}$. Низкие температуры приходятся на январь-февраль месяцы, среднемноголетняя величина составляет $0,2-3^{\circ}\text{C}$, наиболее низкая - $10-13^{\circ}\text{C}$.

Атмосферными осадками данный район беден. Дожди выпадают главным образом в конце осени, зимой и начала весны. Зимой осадки выпадают в виде снега, которые быстро тают.

В летнее время дожди бывают кратковременными и являются редким исключением. Средняя годовая температура составляет $16,6^{\circ}\text{C}$ в городе Бохтаре.

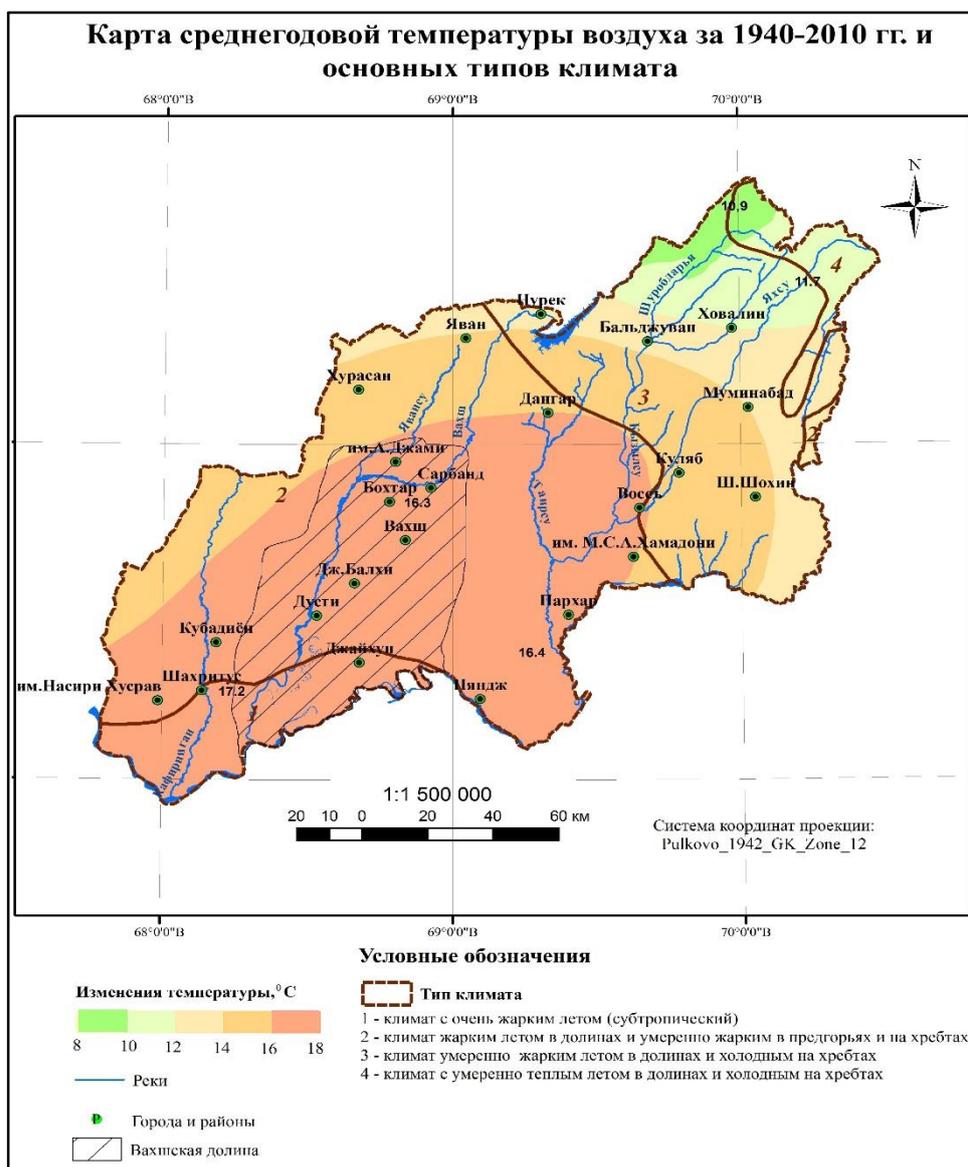


Рисунок 4. Карта среднегодовой температуры воздуха за 1940-2010 гг. и основных типов климата долины (Автор составил карту на основе материалов Н.А. Сафаров и другие источники)

Выпадают около 307 мм осадков в год. Изменение осадков между засушливыми и дождливыми месяцами составляет 70 мм.

Максимум относительной влажности в году наблюдаются в районе зимнего сезона, когда среднемесячные значения ее достигают 88 % (1977г.) Многолетний максимум (январь) составляет 82 %. К летнему периоду относительная влажность воздуха снижается и ее минимум приходится на июль-август и достигает в среднем 31-47 %. В отдельных случаях понижение относительной

важности возможно до 23 %, Среднее многолетнее значение относительной влажности -52 %.

В целом для долины характерно наличие горной и горно-долинной циркуляции воздушных масс. В холодный период года в долинах преобладают ветры юго-западного, в меньшей степени северного направления. В летнее время основное направление ветров юго-западное. Ветер переносит массу пыли и носит название "афганец". Средняя скорость ветров в летнее время составляет 2.8 м/сек, в зимнее - 0,8-1, 2 м/сек, максимальная скорость ветра достигает 34 м/сек.

Согласно климатическому районированию по методу А.А. Григорьева и М. Н. Будько, Вахшская долина относится к зоне сухого климата южных пустынь с очень теплым летом и умеренно- мягкой зимой.

В Республике Таджикистан Н.А. Сафаров выделяет несколько районов основных типов климата. В Вахшской долине можно выделить следующие климатические районы по Н.А. Сафарову:

- климат с очень жаркими летом (субтропический, южная часть территории Хатлонской области), где абсолютная высота рельефа изменяется в интервале 300-500 метров. Абсолютный максимум температуры может достигать 48 °С,

- климат с жарким летом в долинах и умеренно жарким в предгорьях и на хребтах, центральная часть территории где абсолютная высота рельефа изменяется в интервале 500-1600 метров. Ежегодный абсолютный максимум - 42-44 °С.

Карта среднегодовой температуры воздуха за 1940-2010 гг. и основных типов климата составлен (Рисунок 4.) по данными Гидрометеорологии Республики Таджикистан и Н.Сафаров.

Для южных районов характерна довольно большая повторяемость пыльных бурь. Сочетание орографии с циркуляционными процессами приводит к образованию местного ветра, известного под названием «афганец». Пыльные бури наблюдаются, как правило, летом, около 30 дней в году, иногда их продолжительность - 2-3 дня [Владимирова, 1982].

1.4. ГИДРОЛОГИЯ

Река Вахш образуется в результате слияния рек Сурхоб и Оби-Хингоу, которые берут своё начало в горах Дарваза и Петра Первого. В горной части за пределами изучаемой площади, реки текут в узком и глубоком каньоне. У выхода из каньона в широкую Вахшскую долину река круто поворачивает на запад, дугообразно изгибая у поселка городского типа Кызыл-Кала принимая юго-западное направление, сохраняя его до слияния с рекой Пяндж. Длина реки в пределах долины - 110 км. Минимальные среднемесячные расходы воды приходятся на январь-февраль и не превышают 150-200 м³/сек. Максимальные среднемесячные величины расходов воды достигают в июле-августе и изменяются от 1000 до 2200 м³/сек. Амплитуда колебания уровня воды в реке изменяется от 3,0 до 5,0 м. Среднемесячная температура воды реки изменяется от 2,50С до 3,00С (январь) и от 14⁰С до 15⁰С (август). Река несёт огромное количество взвешенного материала (среднегодовая величина равна 1400-4400 кг/сек). Минерализация воды изменяется от 0,37-0,39 г/л (июль-август) до 0,7-0,77 г/л (декабрь-январь). Вода сульфатно-кальциевая с повышенным содержанием гидрокарбонатов и натрия.

Река является основным источником питания оросительной сети долины, подавая в неё свыше полутора миллиардов воды в год, чем определяется питание грунтовых вод долины.

Многоводный и бурный Пяндж образует слияние рек Вахдарья и Памира (берущей начало из озера Зоркуль) и протекая с юго-востока на северо-запад и далее на юго-запад. По реке Пяндж проходит государственная граница с Афганистаном. Средний многолетний расход реки составляет 743 м³/сек. Максимальные среднемесячные величины расхода реки достигают в июне-августе и составляют 3370 м³/сек (1996г.). Минимальный расход реки (межень) падает на зимний период и составляет 227 м³/сек (1971г.). Максимальная годовая амплитуда колебания уровня превышает 5 метров. Минерализация воды в реке равна 0,14 г/л. Химический состав гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевый.

В пределах долин широко развита сеть магистральных оросительных каналов и коллекторно-дренажной сети. Вахшская долина пересечена сетью оросительных каналов: Вахшский магистральный, Кумсангирский канал и их ответвления.

Вахшский магистральный канал имеет протяженность 28,7 км, ширина в среднем 36 м, глубина 4,5 м, расход воды у Головного сооружения 210 м³/сек. Водами каналов орошаются земли Бохтарского, Вахшского, Дустского и Джайхунского районов.

1.5. ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Подземные воды распространены в пределах орошаемых долин и имеют исключительно важное народно-хозяйственное значение. Они используются для питьевого и технического водоснабжения, а также на орошение. Основным источником питания грунтовых вод долины реки Вахш являются пресные воды рек и ирригационной сети, фильтрующиеся в водоносный горизонт. На участках неглубокого залегания грунтовых вод в питании их участвуют атмосферные осадки, однако, роль атмосферных осадков невелика. Приток вод со стороны восточного горного обрамления очень ограничен в размерах и не играют существенной роли в водном балансе долины.

Расходование грунтовых вод осуществляется на подземный сток вниз по долине и в сторону реки Вахш, выклинивание в коллекторно-дренажную сеть, испарение и транспирация растительностью.

В изменении минерализации воды наблюдается закономерность, увеличение вниз по потоку и по направлению к более высоким террасам и бортам долины от 1 менее г/литр до 10-25 г/литр. По химическому составу воды сульфатно-хлоридные, натриево-кальциевые, реже хлоридно-сульфатные натриево-магниевые. По направлению к вершине конуса в незначительном количестве появляются гидрокарбонаты.

Минерализация воды напорного водоносного горизонта, в основном менее 1 г/литр и лишь к бортам долины незначительно повышаются за счет

пропитывания их минерализованными водами предгорья. По химическому составу вода напорного водоносного горизонта сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная натриево-кальциевая.

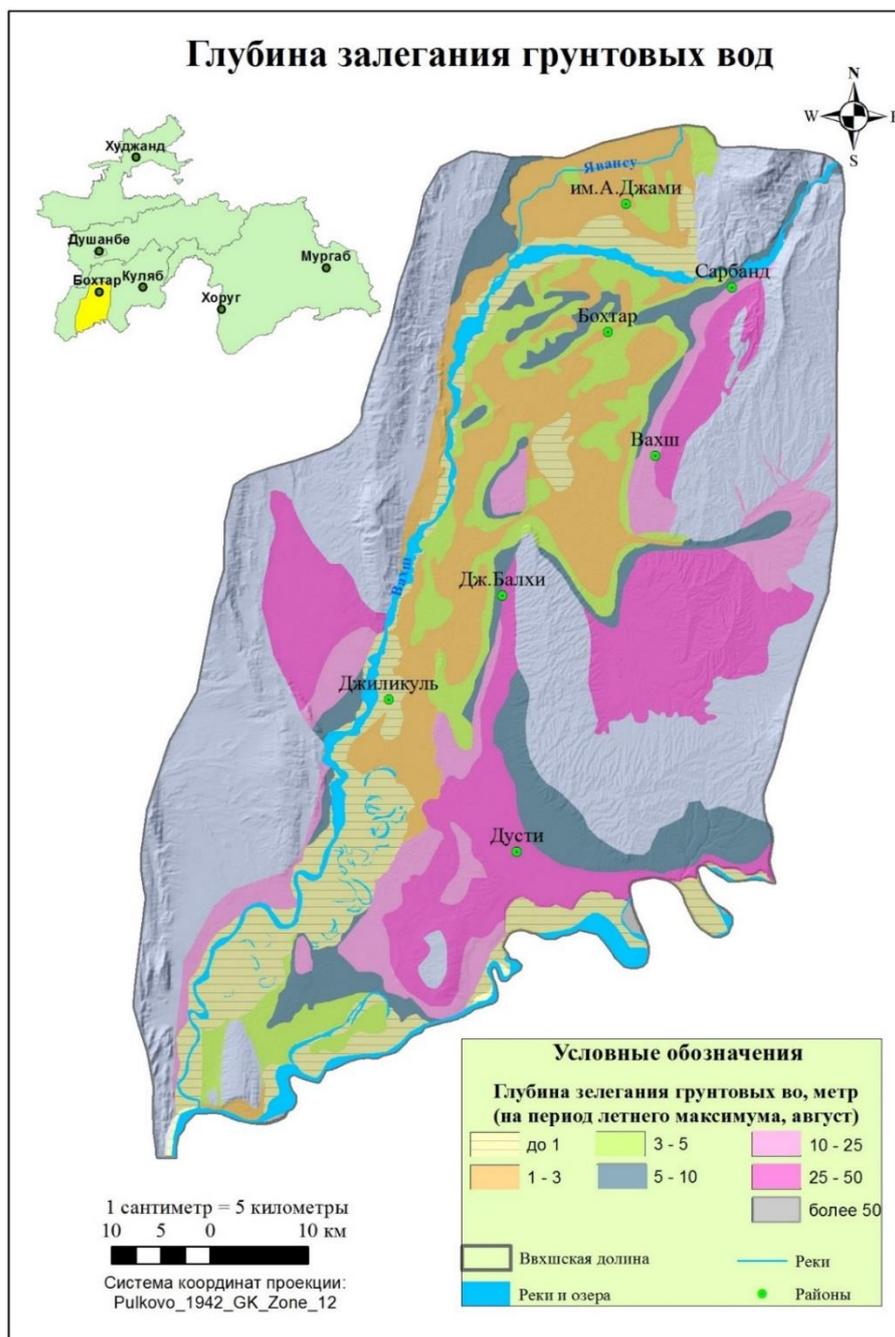


Рисунок 5. Глубина залегания грунтовых вод (Автор составил карту на основе данных Г.М. Меркулова, 1975.)

Глубина залегания грунтовых вод определяется геоморфологическим строением и повышается по бортам долины. В пределах поймы вода залегает на глубине менее 1 метра, а в бортах 5-10 метров (Рисунок 5). Часто уровень грунтовых вод залегает в покровных суглинках. Формирование потока

грунтовых вод начинается в северной части долины за счет притока речных вод и вод ирригационной сети. Далее к югу, где широко развита ирригационная сеть основное питание подземных вод происходит за счет инфильтрации поливных вод. Небольшая роль в питании грунтовых вод принадлежит притоку с горного обрамления и инфильтрации атмосферных осадков.

Подземные воды описываемого водоносного горизонта имеют тесную гидравлическую связь с рекой и почти на всем протяжении дренируются ею, а в период интенсивных поливов и подъема уровня дренируются и коллекторно-дренажной сетью.

Подземные воды правобережной части долины напорного водоносного горизонта, используются в основном для хозяйственно-питьевого водоснабжения района А.Джами, колхозов и сельских населенных пунктов. В пределах левобережной части долины, подземные воды используются для водоснабжения городов, районов, посёлков и колхозов. Водоотбор производится одиночными и группой скважин.

1.6. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЖИВОТНЫЙ МИР

Для Вахшской долины свойственно травянистые растения с коротким периодом жизни (эфемерная растительность) и в поймах крупных рек - тугаи. Растительный покров описываемой территории весьма беден, причем распространенность ее по площади крайне неравномерно. На склонах хребтов произрастает фисташковое дерево, горный миндаль, шиповник и др. В северной части хребтов Баба-Тау, Ак-Тау и Кара-Тау встречаются арчовые леса, занимающие небольшие участки. Предгорья лишены древесной растительности, а местами даже и кустарниковой.

Травянистый покров развит платообразным водоразделом хребтов в предгорьях. В пределах долин развита мелко травянистая растительность, в пойменных частях реки Вахш встречаются тугайные и камышевые заросли.

На исследуемой территории, также существует растительность которая является высокопродуктивными пастбищами, сенокосами, источником пищевых, лекарственных и технических ресурсов.

Растительность Вахшской долины можно делить на 2 пояса по Н. Гончарову. Ниже остановимся на краткой характеристике каждого пояса. Здесь также выражены фрагменты термофильных арчовников, солянково-саксауловых сообществ.

Пояс низкотравных полусаванн с полукустарничками, вегетирующими летом и эфемеретниками - зимой и весной (300-900 м над ур. м.). В Вахшской долине пояса широко распространены пустынные ассоциации - полынные, солянковые, гамадовые, джужуновы. На территории этого пояса широко распространены площади, где господствуют однолетние злаки - лентоостник и эгилопс. В пойме реки Вахша развиты тугайные группировки: туранговые, джидовые, тамарисковые и заросли таких гигантских трав, как тростник, эриантус, сахарный тростник.

Пояс эфемерово-шибляковый (осочники и мятличники с миндалем и фисташкой) (900-1700 м над ур. м). Растительность этого пояса на подавляющей части территории носит антропогенный характер. Древесно-кустарниковая растительность почти повсюду исчезла. Преобладает здесь сплошной эфемерный покров имеющий вторичное происхождение: доминируют лентоостники, эгилопсники, ячменники, вульпии, костры, однолетние астрагалы, пажитники и эфемероиды, лютики и др. В районах ограниченного земледелия (горы Арук-Тау, Ак-Тау и др.) как на крутых, так и на пологих склонах встречается сохранившаяся естественная растительность из фисташки миндаля.

Животный мир также, как и растительность не отличается разнообразием. В горных частях встречаются джейры, дикие кабаны, лисицы, зайцы, из хищных - волки и шакалы. Из пресмыкающихся и ядовитых насекомых - змеи (кобра, гюрза), скорпионы и каракурты.

С 1938 года в Таджикистане развиваются особо охраняемые природные территории. «Тигровая балка» - старейший пустынно-тугайный заповедник в системе Таджикистана. Заповедник был организован 1938 году. Располагаясь в юго-западной части республики, заповедник тянется вдоль реки Вахт на протяжении 40 км до границы с Афганистаном и слияния рек Пянджа и Вахта.

Таблица 1.

Заповедник «Тигровая балка»

Тип	Тугайный
Площадь, га	49786
Виды, нуждающиеся в охране	Фазан, гиена, джейран, бухарский олень
Категория по документу РТ	I
МСОП	I

Основная задача заповедника - сохранение тугайного растительного комплекса с характерными обитателями животного мира. Тугайные леса занимают площадь 24,1 тыс. га и это единственное место в мире, где сохранилась первозданная тугайная формация.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Самые ранние сведения по общей геологии и орографии района появились с момента организации Русского Географического общества (1845). Большую роль сыграли исследования П.П. Семенова-Тяньшанского (1856-1888) и А.П. Федченко (1874-1887), В.Ф. Ошанина (1881), И.В. Мушкетова (1874-1887), В.А. Обручаева (1886-1888), исследовавших территорию Средней Азии. В трудах этих ученых дается описание геологического строения отдельных областей, имеются сведения о геоморфологии и происхождении лессов, отмечены сведения новейших тектонических движений и их значение в формировании современного рельефа.

В пределах Таджикской депрессии работали Я.С. Эдельштейн (1904-1908), С.Н. Михайловский (1912), В.Н. Вебер (1914), Архангельский (1916), Д.В. Наливкин (1916) и ряд других исследователей, составившие первые стратиграфические и тектонические схемы.

Детальное планомерное изучение геологического строения, геоморфологии, гидрогеологических и инженерно-геологических условий начато в 30-х годах XX века, когда была образована Таджикско-Памирская экспедиция. С тех времен организация Таджикского геологического управления (1939), начал планомерное крупномасштабное геологическое картирование.

В 1928 году в работах Г.И. Архангельского даются сведения о водоносности дочетвертичных пород, слагающих хребет Табакчи. В этом исследовании изучены соленые отложения неогена, которые приурочены к четвертичным аллювиальным отложениям р. Вахш.

С 1937 года по 1943 год гидрогеологические исследования Вахшской долины проводились Таджикским филиалом АН СССР. На основании этих работ С.Н. Домаревым (1940) были освещены гидрогеологические условия Юго-Западного Таджикистана и основные черты геоморфологии Вахшской долины.

В 1938-1940 гг. Н.И. Обидным исследована приустьевая часть долины р. Вахша, с целью выявления причин резкого подъёма уровня грунтовых вод,

развития процессов заболачивания, засоления почв и выбора эффективных способов борьбы с этими явлениями.

В 1944-1946 гг. И.И. Трофимов проводил исследования в Вахшской и Гиссарской долинах с целью выявления природы просадочности и других инженерно-геологических свойств лесса и лессовидных пород. Изучены физико-геологические процессы в лессовых массивах.

В 1950-1951 гг. Вахшская гидрогеологическая партия ТГУ проводит исследования в северной части Вахшской долины с целью выяснения условий применения вертикального дренажа на землях подверженных процессам засоления и заболачивания.

В 1958 году В.А. Белоусенко и Н.А. Трушин в результате исследования определили фильтрационные свойства пород зоны аэрации и водонасыщающей толщи, засоленность почво-грунтов, фильтрационные свойства грунта. По степени засоленности породы Вахшской долины были отнесены к слабозасоленными.

В 1963 году Е.И. Сквалецким составлен отчет «Инженерно-геологическая характеристика Вахшской долины», в котором впервые отражена общая инженерно-геологическая характеристика Вахшской долины. В этом отчете, в отдельной главе описаны развивающиеся геологические процессы долины.

Планомерное и площадное изучение развития экзогенных геологических процессов на территории Таджикистана было начато в 1964-1966 годах силами Комплексной геологической экспедиции Управления геологии Таджикской ССР. За этот период специалистами данной экспедиции были составлены карты распространения селевых потоков в пределах Северного, Центрального и Юго-Западного Таджикистана масштабом 1:500000.

О.Г. Попова в 1969 году составила отчет «Схема противоэрозионных мероприятий по Республики Таджикистан». В пределах Вахшской зоны гидротехнические мероприятия включены в состав берегоукрепительной работы, противоселевых мероприятий и ирригационной эрозии.

В 1978 году составлена специальная инженерно-геологическая карта Таджикской ССР масштаба 1:500000 для обоснования схемы защиты территории республики от склоновых процессов [В. В. Лим, Н. И. Колесник, В. С. Федоренко].

В 1989-1992 году А.П. Баратов составляет отчет «Гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка» масштаба 1:200 000 листа в трапеции У-42-XXI и У-42-XXII», который захватывает юго-западную территорию Республики Таджикистан. В этом отчете были описаны такие экзогенно-геологические процессы, как оползни, сели, карст, оврагообразование, подмыв и обрушение берегов реки, просадка в лессовых грунтах, дефляция, выражающаяся в сдувании и перемещении песков.

В настоящее время, служба слежения и оповещения по опасным экзогенным процессам, которая «Южная Гидрогеологическая Экспедиция» проводит уже более 45 лет, относится к самым главным инженерно-геологическим исследованиям, направленным на выполнение оценки опасности и риска от природных угроз и стихий, защиту и рекомендаций по защите от всех инженерно-геологических процессов. Согласно геологическому заданию проектируемые работы будут выполняться в пределах районов республиканского подчинения (РРП), Хатлонской области и ГБАО.

2.2. ОПАСНЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Республика Таджикистан характеризуется многообразием и широким распространением опасных экзогенных процессов. Основная роль принадлежит гравитационной группе процессов, которая характеризуется многообразием форм проявления и повсеместным развитием. На втором месте по распространению стоят селевые явления, среди которых преобладают грязекаменные потоки: водокаменные и грязевые представлены незначительно. Кроме того, отмечаются просадки в лессовых грунтах, оврагообразование, карст, подмыв и обрушение берегов, пластическое течение грунтов, характерное в основном для современных морен. Однако эоловые процессы распространены

только в юго-западном крае республики, на бортах рек Вахш, Пяндж и Аму-Дарья.

Более крупные оползни показывались в масштабе карты площадным контуром. Крупные блоковые оползни относились к оползням в грунтах с жесткими связями, т.к. их свойства и состояние определял оползневый процесс. Осыпи и обвалы показывались внемасштабными знаками из-за их небольших размеров. Кроме того, в эту же группу относились гравитационные блоки. Просадки в лессовых грунтах и карст в масштабе карты не выражаются, и показываются внемасштабными знаками. В целом территория Таджикистана характеризуется интенсивным проявлением экзогенных процессов, их нестабильным характером и повсеместным проявлением. Причем характер проявления, интенсивность и развитие экзогенных процессов различны в Таджикской депрессии, Переходной воне и Северном Памире.

При составлении карт опасных экзогенных процессов использовались материалы «Природные ресурсы Таджикской ССР, I-IV» и космические снимки спутника Sentinel-2.

Вахшская долина составляет часть Таджикской депрессии и административной области Хатлона, полностью выходит на территорию депрессии.

Для современных геологических процессов, развитых в пределах данного региона, характерна их приуроченность к определенным стратиграфо-литологическим комплексам пород. Распространение лессовых, песчано-глинистых, гипсово-карбонатных пород, поддающихся воздействию атмосферных и грунтовых вод, обуславливает развитие различных экзогенных процессов в ландшафтах.

На территории экзогенные процессы объединены в четыре группы:
гравитационное смещение пород;
процессы, связанные с действием поверхностных вод;
процессы, связанные с действием подземных вод;
эоловые процессы.

Гравитационные смещение пород: Данная группа включает камнепады, осыпи и оползни (Рисунок 6). Камнепады и осыпи наблюдаются в северной части описываемой территории в верховьях притоков реки Яхсу, и по правым бортам рек Пяндж и Обиминью. Конгломераты и песчаники неогена распадаются на крупные глыбы и блоки. На ряде участков они образуют крупные осыпи из галек.

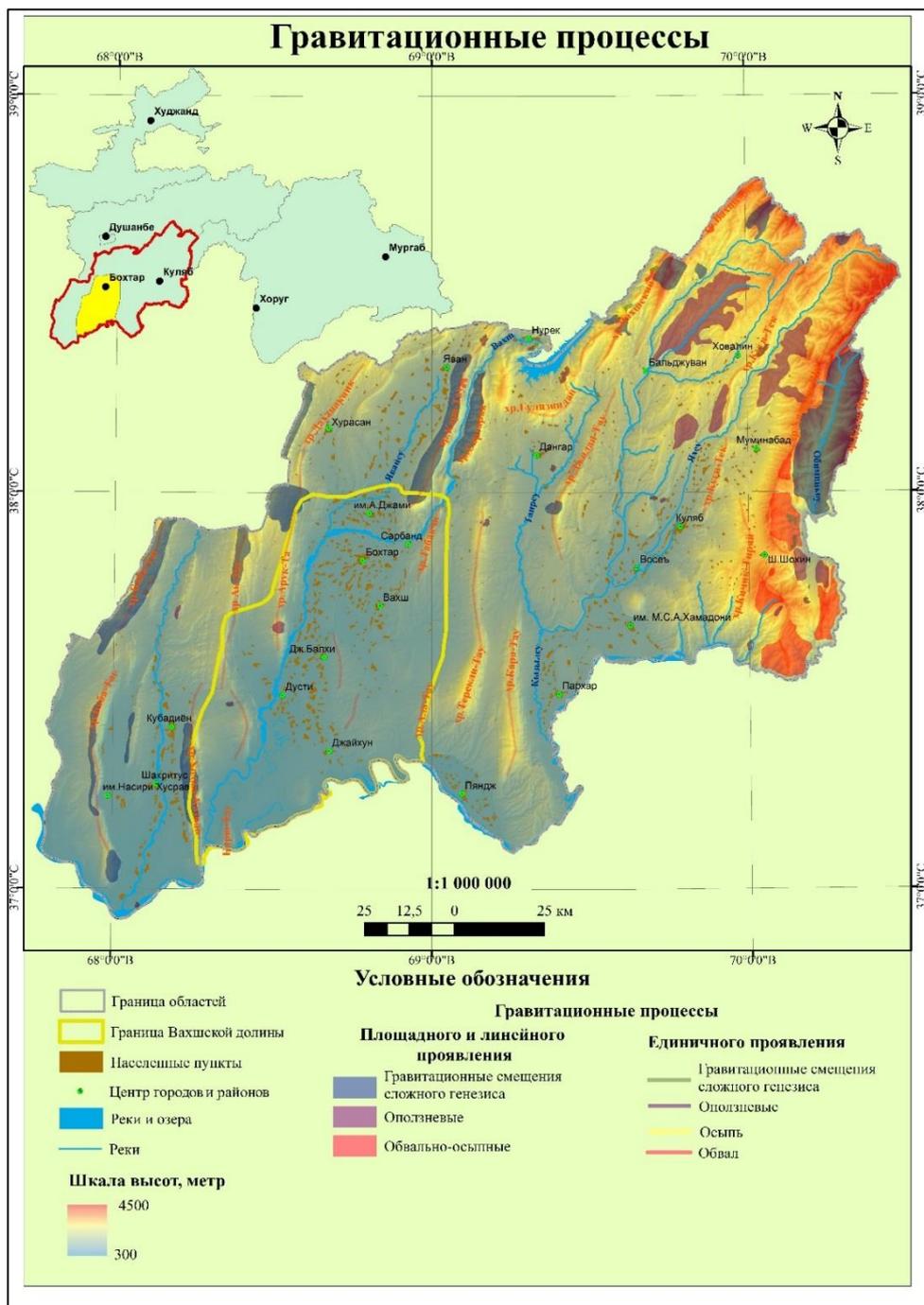


Рисунок 6. Карта гравитационных процессов (Автор составил карту на основе материалов «Природные ресурсы Таджикской ССР», 1987)

Большое разнообразие пород и крутизна склонов, климатические особенности, создают многообразные условия выветривания и разрушения. В

связи с этим образуются различные по крупности обломочные материалы и мощные осыпные накопления. Основные осыпные конусы, занимающие прирусловые части склонов, часто подмываются водами ручьев и рек, что приводит к активизации незакрепленных уступов и обрушению неустойчивых частей. Этот процесс стимулирует поступление дополнительного обломочного материала в селевые потоки очаги их зарождения и транзита.

При описании оползней в основу была взята классификация Г.С. Золотарева (1970г.). Эта схема учитывает и обобщает классификации различных авторов. В основу типизации положен механизм оползневого смещения и выделены следующие типы оползней: оползни-скольжения, оползни-соскальзывания, оползни-обвалы и оползни-сложного типа.

Оползни формируются в лессовидных породах, залегающих с несогласием на конгломератах, на песчано-глинистых породах неогена и палеогена. Чаще всего в них развиваются оплывные, сплывы и оползни скольжения. В данном регионе древние оползневые смещения очень редки или не сохранились до настоящего времени.

Оползни-обвалы зафиксированы на крутых (более 70°) и высоких склонах хребта Хазратшох и в верховьях левых притоков реки Яхсу. В связи с удаленностью оползней-обвалов от населенных пунктов, прямой опасности для населения не представляют, но они могут перекрыть русла и вызвать селевые потоки.

Условия формирования размера оползневых тел связаны с геоморфологией склонов и геолого-тектоническими условиями. На древних крупных оползневых телах развивается множество мелких активных оползней, которые разрушают грунтовые дороги, перекрывают реки и боковые ручьи, тем самым вызывая селевые потоки.

Процессы, связанные с действием поверхностных вод. Данная группа объединяет эрозионные и селевые процессы (Рисунок 7).

Эрозионные процессы наиболее интенсивно развиваются в горной и предгорной областях, в районах распространения четвертичных отложений.

Глубина эрозионных врезов колеблется от 100-150 до 700 метр и более метров. Длина эрозионных врезов на площади 1 км², колеблется от 3 до 8 км. Овражная эрозия интенсивно протекает в районах распространения лессовых пород, поэтому рельеф здесь сильно расчлененный, овражно-холмистый. Глубина овражно-эрозионных врезов достигает до 100 -200 м., следовательно, степень эрозионного расчленения зависит от климатических условий, литологического состава пород и амплитуды новейших тектонических поднятий.

Селевые потоки в изученном районе развиваются по днищам крупных боковых притоков рек Обиминьюу, Яхсу, Обимазар, Пяндж и Обисуох. Селевые потоки формируются в условиях резко расчленяющих склон долин. Протяжённость селевых русел варьирует от 1,5 км до 20-22 км. Селеносные долины сравнительно глубокие с узким дном. Селеносные саи берут своё начало в средней части горных сооружений, где крутизна днищ русел 20-45⁰, в средней части 10-15⁰, в нижней части (у конусов выноса) 3-8⁰. Несмотря на незначительные площади водосборов, саи в отдельные годы приносят народному хозяйству огромный ущерб. В зависимости от преобладающего состава твердой составляющей селевых поток делятся на водокаменные, грязекаменные и грязевые. В целом селевые потоки развиваются в весенний период при выпадении атмосферных осадков повышенной интенсивности.

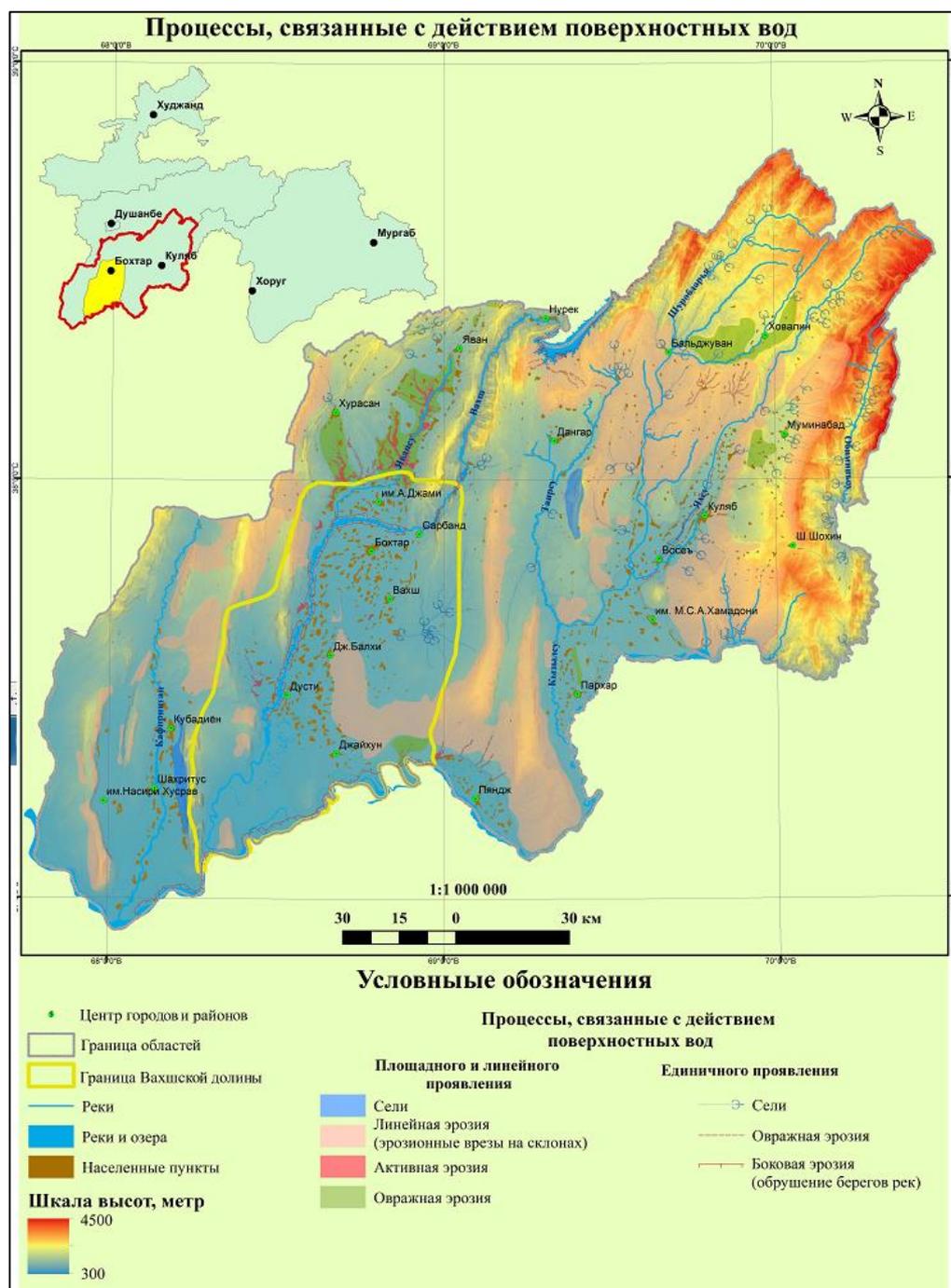


Рисунок 7. Карта процессов связанных с деятельностью поверхностных вод (Автор составил карту на основе материалов «Природные ресурсы Таджикской ССР», 1987)

В районах развития лессовых и суглинистых отложений отмечаются грязевые потоки, объясняемые легкостью разрушения рыхлых лессовых накоплений при значительном количестве атмосферных осадков. Грязевые потоки формируются в верховьях долины реки Обимазар, по правому борту долины реки Яхсу и Яванской долине. Размеры их малы.

Грязекаменные селевые потоки формируются преимущественно в местах развития выветривания скальных пород и образования обвал-оползневых отложений. Они широко развиты у подножья склонов левобережья долины реки Яхсу, правобережья долины реки Пяндж и долины реки Обисурх.

Водокаменные потоки формируются в районах развития конгломератов и гравелитов, которые при выветривании образуют валунно-галечники. В зонах зарождения селевых потоков отсутствуют суглинистые накопления. В связи с низким содержанием мелкозема, поверхность конусов выноса не ровная, каменистая, труднопроходимая, преимущественно непригодная к использованию в сельском хозяйстве.

Подмыв и обрушение берегов реки распространен в нижнем течении рек Кафирниган, Вахш и на всем протяжении правого берега реки Пяндж. Он выражается в подмыве берега, обрушении, что приводит к изменению очертаний береговой линии рек. Процесс местами идет интенсивно, особенно в пределах низкой поймы и первой надпойменной террасы.

Процессы, связанные с действием подземных вод и эоловые процессы. На территории карстующихся пород отмечается месторождение соленного купола (Рисунок 8).

Карст открытый - карстующиеся породы залегают в зонах аэрации и постоянного водонасыщения. На поверхности земли карст формируется в виде воронок, желобов и рвов. Воронки диаметром от 2,5 до 15,30 м, глубина их варьирует от 0,5 до 5,0 м. Воронки круглой и эллипсоидной формы. Длина желобов достигает 50 - 75 м, ширина 1,5 - 2,0 м и глубина 2,3 м. В целом, участки пораженные карстовыми процессами, распространены вне зоны хозяйственного воздействия человека.

Карстовые явления приводят к изменению рельефа в направлении увеличения его эрозионной опасности, образованию линейной эрозии, ухудшению условий сельскохозяйственного использования земли и образованию бросовых земель.

Большого развития карстовые явления на территории республики не имеют. Наиболее широкое проявление карста отмечается в пределах соляных куполов Таджикской депрессии. Крупнейшим из них является купол Ходжамумын.

Суффозия происходит в лессовых породах долины рек Обимазар и Яхсу. В период дождей вымываются мелкие частицы вблизи бровки, уступа, террасы и оврага, в результате чего образуются пустоты и воронки диаметром от 0,5 до 4,0 - 5,0 м. Вблизи оврагов, на поверхности сложенной лессовыми отложениями, наблюдаются западины диаметром 1,5 - 3,0 м, глубиной до 1,0 м. Они являются результатом просадочных и суффозионных явлений в лессовых грунтах.

Просадка лессовых пород распространена в предгорной области. Морфологические типы просадок в рельефе и их размеры различны, и зависят от источников замачивания. Большое замачивание грунтов вызывает просадочные явления при строительстве ирригационных сооружений, колхозов и поселков.

Заболачивание почв имеет незначительное распространение, они расположены в основном в поймах рек на долинах Кафирнигана и Вахша. На новоорошаемых землях заболачивание вызвано хозяйственной деятельностью человека, при подъёме уровня грунтовых вод. Переувлажнение и заболачивание почв приводит к снижению плодородия почв, и исключению значительных площадей из сельскохозяйственного использования.

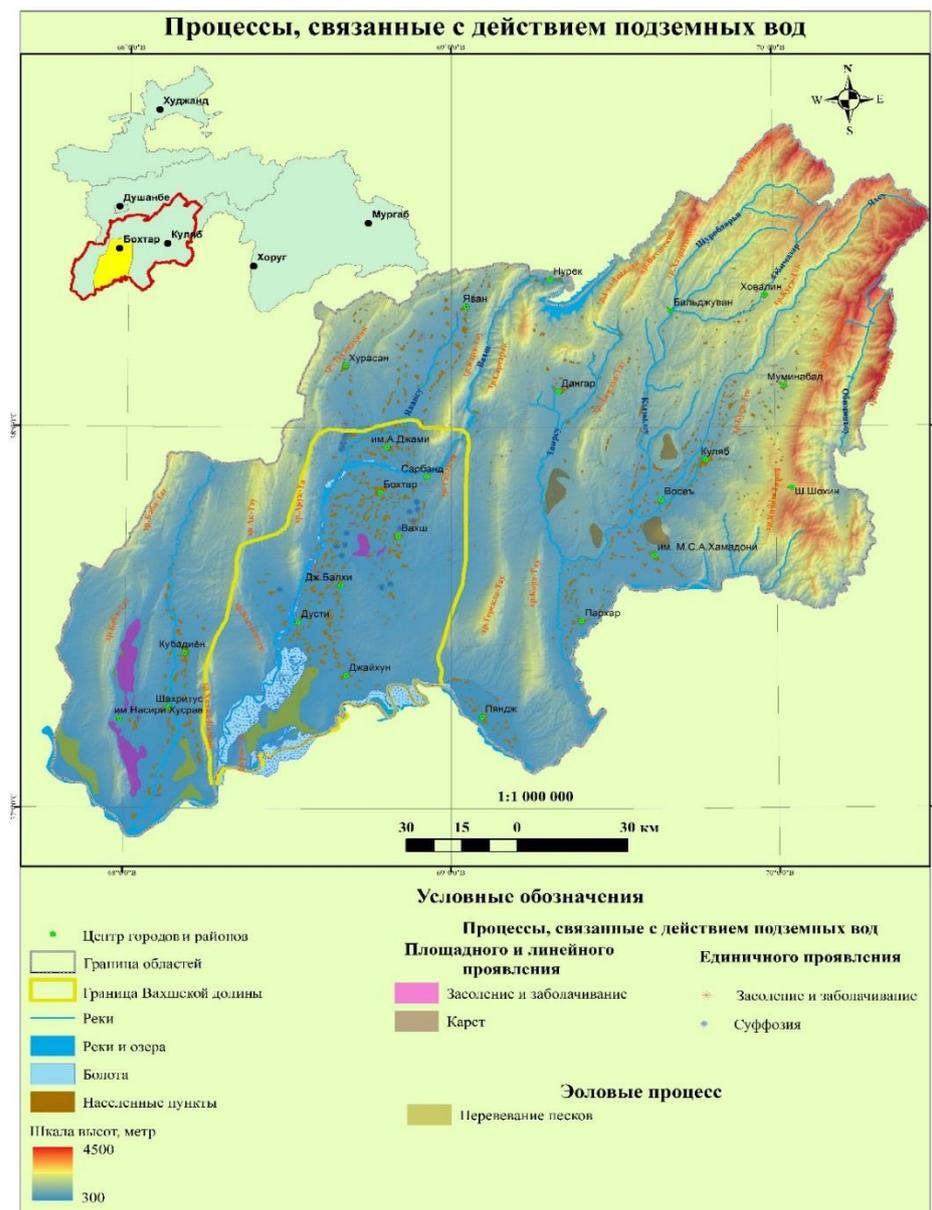


Рисунок 8. Карта процессов, связанных с действием подземных вод и эоловые процессы (Автор составил карту на основе материалов «Природные ресурсы Таджикской ССР», 1987)

Засоление. Первичное засоление имеет локальное распространение и наблюдается в Вахшской долине. Непосредственной причиной вторичного засоления почв является неправильное орошение, несвоевременное очищение оросительных систем и другие факторы. В результате уровень грунтовых вод поднимается, увеличивается их расход на испарение, а, следовательно, и растет количество, поступающих в почву солей.

Эоловые процессы. Эоловым процессам подвержены в первую очередь земли южной части Вахшской долины (Шаартузский, Джиликульский,

Бешкентский, Дустский, Джайхунский и Пянджский районы) и природно-хозяйственные области. В результате выдувания песков на юге республики образовались золово-аккумулятивные пески.

Очень часто при сильном проявлении выдувания песков - дефляции, возникают сильные бури- афганцы, причиняющие огромный ущерб народному хозяйству республики. Дефляция сильно проявляется и на орошаемых землях, где возделывается хлопчатник и другие сельскохозяйственные культуры. Из-за дефляции иногда приходится по 3-4 раза проводить пересев хлопчатника. В результате сильного изменения почв, пахотные земли переводятся в другие угодья, а иногда исключаются из сельскохозяйственного использования. На юге республики в результате перемещения дюн, барханов и других золовых форм ежегодно заносится песком ценные земли и оросительные каналы. Высота барханов достигает до 5 м.

2.3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЛАВИН В ТАДЖИКИСТАНЕ

Лавины - это скользящие и обрушивающиеся вниз по склону снежные массы. Лавины характерны как для высокогорных районов с резко контрастным рельефом, так и для среднегорных районов.

Таджикистан является горной страной и 93% от общей площади территории занимают горы. Высота снежного покрова достигает 4-5 м. Лавиноопасные районы занимают около 75% территории страны. В публикации Н. Ашурова и др. (1999) было зафиксировано от 30000 до 40000 лавиноопасных зон Таджикистана. Риск и распространение лавин на территории Таджикистана изучено недостаточно, за исключением районов, где проводятся специальные лавинные изыскания и риск схода лавин достаточно хорошо известен.

Последние карты лавиноопасных склонов на территории Таджикистана были опубликованы в 2018 году такими авторами как М. Саидовым и Н. Ищук. Оценка лавиноопасности была проведена с использованием информации о высоте и уклоне снежного покрова и крутизне склона. Поскольку высота над уровнем

моря является важным показателем для величины снежного покрова, она также использовалась при картировании местности. Ключевой теорией, используемой при картографировании, явилось определение областей, подверженных лавинам:

- Высота снежного покрова 30 см ограничивая район, где возможно образование лавин, а изолинии 70 см - районы, где лавины обычно образуются и представляют значительную опасность [Лосев К. С., 1962];
- Горная местность была разделена на высокогорье (более 3000 м), среднегорье (1000-2000 м) и низкогорье (600-1000 м), кроме того, выделяется еще мелкогорье, распространенный в южных районах Юго-Западного Таджикистана (менее 600 м), где практически невозможно образование лавин [Лосев К. С., 1961];
- Наличие склонов крутизной более 15° и превышений толщины снега более 50-100 см принято критерием для отнесения территорий к лавиноопасным склонам по условиям рельефа [Тушинский Г.К., 1970].

Для накопления значительного количество снега необходимы соответствующие климатические условия. Снег скопляется в больших количествах и мощных толщах не на всех склонах в горных районах и лавиноопасными являются места, имеющие соответствующие геоморфологические черты.

Для составления карты лавиноопасных склонов использовалась информация, полученная на основе: 1) карт прошлых лет; 2) спутниковых данных; 3) данных наземного мониторинга по мере их доступности.

Данные с метеорологических станций, снегомерных маршрутов и лавинных станций, где сбор данных осуществляется с 1960 года. Информация о произошедших лавинах за последние 20 лет была получена в Комитете по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне Республики Таджикистан. В случаях, когда отсутствовали данные о лавинах для каких-либо территорий, была проведена интерпретация спутниковых снимков. Информация о лавинах или

вероятности их образования была установлена по спутниковым изображениям с сайта Google-Earth и космических снимков Landsat-7. Составление карты было проведено путем сравнения спутниковых снимков в летний период времени со снимками, сделанными в разные времена года. По летним изображениям проводилась идентификация геоморфологических и геоботанических признаков. Также использовались данные аэрофотосъемки 1985-2010 гг.

Карта лавиноопасных склонов в Таджикистане указывает на риски в горных районах с высоким уровнем снежного покрова (например, западные районы гор Памира). М.Саидов при составлении лавинной карты, показал три основные зоны риска схода лавин. Они обозначены разными цветами в прилагаемых картах:

- Склоны с высокой степенью опасности схода лавин (коричневый цвет). Сюда относятся районы альпийского высокогорья всех горных регионов Таджикистана, среднегорные сильно расчлененные территории в достаточно увлажненных районах, со значительной высотой снежного покрова (порядка 70 см и более), низкогорные районы в условиях очень большой снежности (более 1,5 м), например, долина реки Зидди, многоснежных районах Восточного Памира.

- Склоны со средней степенью опасности (светлый, умеренный коричневый цвет): они возникают, когда сеть лавин разрежена и/или когда лавины происходят только в годы повышенного снегопада или особых метеорологических условий. Большая часть центрального Таджикистана находится в этой группе (высота снежного покрова менее 50-70 см).

- Склоны с низкой степенью опасности (светло-зеленый, коричневый): риск схода лавин минимален, формирование лавин наблюдается только на определенных небольших участках (самые крутые участки склонов подветренной поверхности и только во время снежных лет). Примером могут послужить краевые части хребтов Западного Тянь-Шаня, где площадь лавин обычно ограничена высотами 1400-1800 м, а в заснеженные годы спускается к отметкам 1000 м. Этот тип включает в себя средние полосы с небольшим

количеством снежных осадков, такие как Восточный Памир (район Мургаб); низменности со средними показателями выпадения осадков; предгорья в заснеженных районах, таких как Файзабад; северо-западный склон хребта Петра Первого и хребет Курама.

В особую категорию выделены районы с потенциальной лавинной опасностью, где сход лавин в настоящее время не наблюдается, но могут появиться в будущем из-за глобального изменения климата.

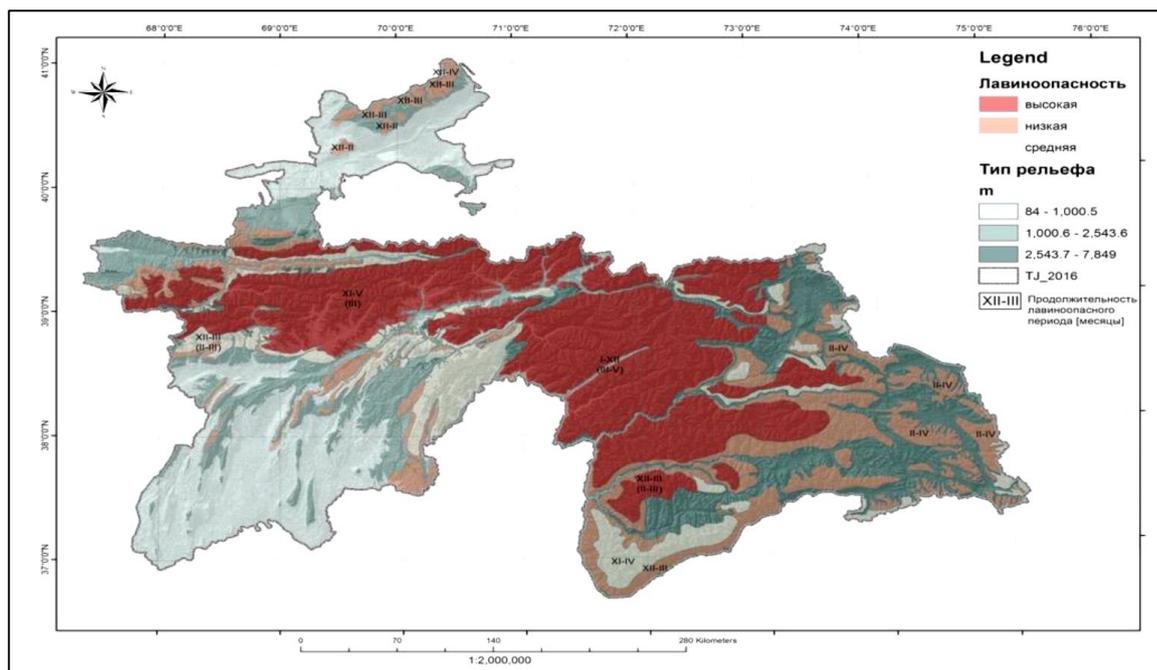


Рисунок 9. Лавиноопасные склоны (Авторы М.С. Саидов и Н. Ишук, 2018 г.).

Это в большинстве случаев сильно залесенные горные районы, в которых рельеф и мощность снежного покрова обеспечивают условия образования лавин, но густой лес на склонах хорошо задерживает снег или способствует его равномерному распределению (например, долина реки Обихингоу, южный склон Вахшского хребта). При сведении леса в этих районах усилится перенос, неравномерность распределения снега и возможность схода лавин на склонах.

Точность лавинных карт и подробность описания лавинной активности зависит от имеющихся данных. Некоторые горные районы плохо изучены, поэтому карты для них не точны, как, например, с горами Памира. В будущем антропогенные факторы, такие как обезлесение, могут увеличить вероятность

схода лавин. Последствия глобального изменения климата могут также оказать значительное влияние на частоту и масштаб схода лавин.

По картам лавиноопасных склонов видно, что в Вахшской долине практически отсутствуют лавиноопасные склоны. Благодаря климатическим условиям территории, которая отличается засушливостью и малым количеством снега зимой, возникновение лавин здесь практически не наблюдается.

2.4. МЕТОДОЛОГИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В ТАДЖИКИСТАНЕ

В Таджикистане селевые потоки наблюдаются в горных районах Таджикистана. Селевые явления возникают как внезапные потоки рыхлообломочного материала, насыщенного водой, формирующихся в горных районах после выпадения осадков. Селевые потоки имеют три зоны (Рисунок 10):

- 1) зона зарождения (селевой очаг);
- 2) транзитная зона (русло);
- 3) зона аккумуляции (конус выноса).



Рисунок 10. Классическая структура селя в селе Обчака в долине реки Сурхоб, показывающая зону зарождения, транзита и аккумуляции (фото Н. Ищука).

Существуют три группы основных факторов, которые приводят к образованию селей:

1. Климат-ландшафтная: ливневые дожди, снежный покров, современное горное оледенение, многолетняя мерзлота грунта, почвенно-растительный покров.

2. Геолого-геоморфологическая: рельеф, состав горных пород и эндогенные процессы неотектоника, землетрясения.

3. Антропогенная: обезлесивание, чрезмерный выпас скота, последствия горнодобывающего производства и пр.

Около 95% селей вызваны сильным ливнем или непрерывным затяжным дождем. Как правило, осадки выше 15-20 мм в день в засушливых районах вызывают сход селей [Перов, 2012]. Таяние снега не вызывает значительных селей. Но в районах большого скопления многолетнего снега, возможно образование небольших снежниковых селей. В Таджикистане сели, как правило, происходят весной в долинах и предгорьях. В горах селевые потоки обычно возникают летом, когда начинается снеготаяние. Селевые потоки представляют серьезную опасность для жителей Таджикистана.

Старые карты, разработанные в советское время Лимом, Тукаевым и Усковым в 80-х годах 20 столетия, показывают селевые русла и конуса выноса селевых потоков в условных символах. Цифровая карта «Селевые явления в Таджикистане» была разработана в масштабе 1: 500 000.

Основным методом составления карты являлось дешифрирование космоснимков с сайта GoogleEarth, с последующим переносом дешифрованных контуров в ГИС-программу. Все названия селевых очагов даны согласно топографической карте масштаба 1:100000, составленной в советский период. Во время обработки снимков использовались дешифровочные признаки объектов, которые имеют характерные черты: форму, цвет, и структуру изображения:

- Для зон зарождения ледниковых селей характерен V-образный врез в рыхлых отложениях, дождевых селей - денудационная воронка, переходящая в рытвину, циркообразные верховья водотоков, служащие идеальным

концентратором выпадающих осадков. Здесь наиболее информативна форма изображения.

- Для зоны транзита и формирования типичен светлый тон полосы русла. Это главный дешифровочный признак селей: чем светлее тон, тем моложе возраст прошедшего селя. Характерными элементами в зоне транзита служат также фестончатый рисунок бровки русла и выбросы селевых отложений за пределы русла на участках резких поворотов.

- Для зоны аккумуляции типичен селевой конус выноса в форме полного веера или сектора - фрагмента пролювиального конуса выноса. Иногда селевые потоки не образуют конусов выноса - селевой материал разгружается прямо в русло более крупного водотока и уносится им. Для дешифрирования зоны аккумуляции одинаково информативны все типы дешифровочных признаков, включая косвенные.

Сели дождевого происхождения распространены почти по всей территории Таджикистана, за исключением территории Восточного Памира. Для этого типа селей характерны циркообразные расширения в верхних частях долины, типичные множественные эрозионные борозды на склонах, а также наличие рыхлого материала в русле и на склонах. Иногда транзит массы селевого потока отсутствует, и конус селевого выноса формируется прямо у очага возникновения селя.

В бассейне реки Яхсу, где распространены конгломераты с гравилитами часто водокаменные сели почти без конусов выноса. В нижней части долины р. Зеравшан очень много маломощных селей, образующихся за счёт линейной эрозии, а также паводковых селей без очагов зарождения, и очень сильно развито оврагообразование, формирующее сели без конусов выноса. На Памире, на реках Ванч и Язгулем, селевые потоки, которые идут с долин практически не причиняют никакого вреда деревням, поскольку они расположены высоко над водотоками. Опасность существует только для дорог и мостов.



Рисунок 11. Селевой конус выноса, угрожающий деревне Джарчеб (Саидов, 2018).

На карте распространения селевых явлений (масштаб 1: 500 000) представлены генетические типы селей, зоны транзита и формирования зоны аккумуляции (конуса выноса) селевых потоков. Всего было выделено 573 селевых очага, среди которых 338 очагов дождевого типа, 79 смешанного типа, 8 ледникового (гляциального) типа и 148 снежникового типа. Среди них насчитывается 194 опасных очага, которые могут нанести вред народно-хозяйственным объектам. Кроме того, было выделено 20 районов развития паводковых селей, которые сосредоточены в основном в западной и северной частях Таджикистана.

Анализ государственной службы наблюдений Главного Управления Геологии при Правительстве Республики Таджикистан выявил следующие долины рек в качестве наиболее опасных и наиболее подверженных селям:

1. Могиёндара, Шинг, Фароб, Кштут в Пенджикентском районе;
2. Фондаря и Ягноб в Айнинском районе;
3. Зеравшан в Пенджикентском и Айнинском районах
4. Понгаз, Ошоба и Шаидон в Аштском районе;
5. Ванч, Язгулем, Бартанг, Гунт, Шахдара в Горно-Бадахшанской автономной области
6. Пяндж, Кафирниган, Яхсу, Таирсу и Кызылсу в Хатлонской области.

Наибольшую опасность сели представляют для селений в долинах рек Бартанг, Гунт, Шахдара, Пяндж, где селения расположены прямо на конусах выноса боковых притоков, по которым часто проходят сели или есть вероятность их прохождения при катастрофических ливнях. Например, очень жаркое лето в 2015 году и выпавшие атмосферные осадки вызвали массовый сход селей. Сели прошли там, где их раньше никогда не было, и эти водотоки считались не селеопасными (например, река у селения Барсем).

Сели дождевого типа распространены практически на всей территории Таджикистана, исключая территорию Восточного Памира и являющейся самым многочисленным типом селей. Снежниковые сели характерны в основном для Восточного Памира, высокогорных частей Западного Памира и Гиссаро-Алая. Отсутствие растительности, наличие большого количества рыхлого обломочного материала, снежный покров способствуют возникновению селей при снеготаянии. Атмосферные осадки здесь выпадают преимущественно в виде снега. Как правило, они не являются селеопасными, так как в зоне их влияния отсутствуют какие-либо народно-хозяйственные объекты и селения.

Сели смешанного типа распространены в основном в переходной зоне между Восточным Памиром и Западным Памиром, а также в некоторых частях Гиссаро-Алая и в долине р.Пяндж, где происходит выпадение осадков, как в виде снега, так и в виде дождя. Большая часть из них является селеопасной. Всего выделено 79 селевых очагов смешанного типа, из которых 36 являются селеопасными.

Гляциальные сели очень редки и выделялись по явным признакам: рытвины в русле водотока, близость ледника, из которого поступает вода необходимая для образования селя, наличие характерного конуса выноса. Всего выделено 8 селевых очагов гляциального типа, из которых 3 являются опасными.

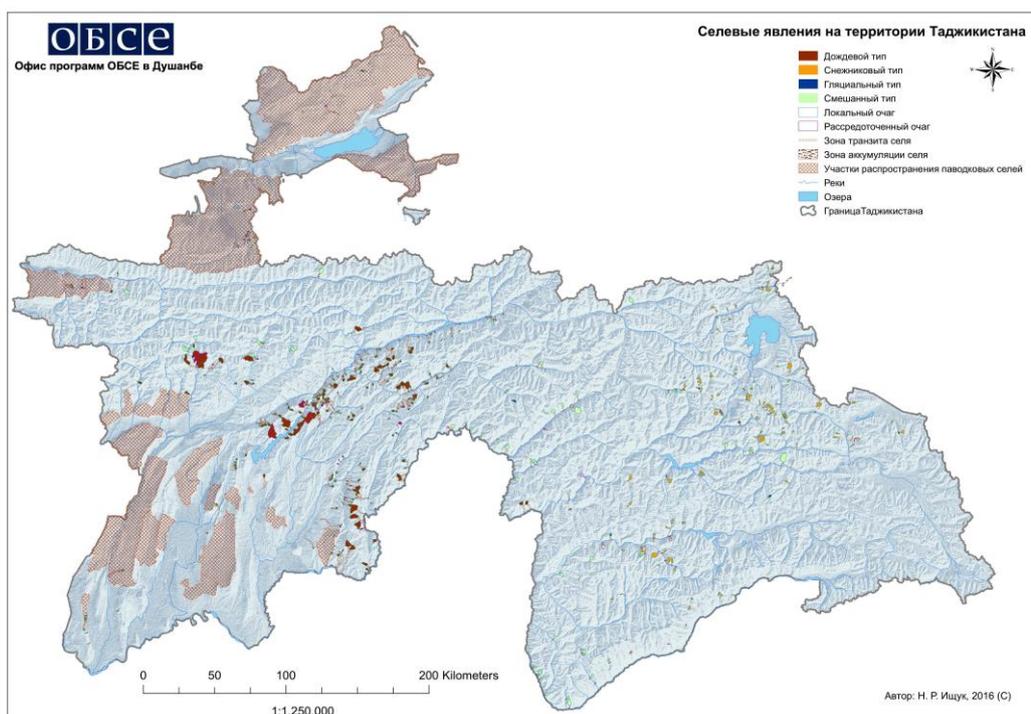


Рисунок 12. Селевые явления на территории Таджикистана (Автор, Н.Р. Ишук, 2016).

На карте «Селевые явления на территории Таджикистана» видно, что для Вахшской долины характерно распространение паводковых селей. В основном такой тип селей распространяется на предгорных территориях.

2.5. МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Оползневые процессы и явления проявляются в современном рельефе, поэтому основы дешифрирования форм рельефа применимы для выявления оползневых деформаций склонов. При дешифрировании рельефа применяется метод генетически однородных поверхностей, т.е. выделяются поверхности рельефа, образованные каким-либо рельефообразующим процессом или их совокупностями. При картографировании рельефа необходимо руководствоваться тем, чтобы выделяемые генетические поверхности были реальными и конкретными, которые можно выделить по условиям масштаба на карте.

Появление космических снимков (КС) позволяют сделать картографирование рельефа более обоснованным и реальными, т.к. КС весьма информативна в отношении современной динамики рельефа, направленности и активности его преобразования. Современные преобразования рельефа распознаются на снимках через морфологию, поэтому выделение генетически однородных поверхностей не вызовет затруднений и будет хорошо обоснованным. Высокая обзорность КС позволяет анализировать взаимоотношения различных типов рельефа на больших территориях, проследить типологические поверхности на значительных расстояниях. Все это позволяет более объективно и достоверно выделить генетически однородные поверхности, чем при их рисовке по топографическим картам «вслепую».

Блоковый тип поверхностей образуется при смещении блока горных пород, который после смещения полностью или частично сохраняет блоковое строение. Образует характерные ступенчатые оползневые тела. Ступени, в зависимости от сохранности блока, могут быть вытянутыми, параллельными друг другу или сильно разбиты, смещены друг относительно друга, образуя как бы множество блоков. Но в целом блоковое строение тела оползня узнается.

Эти два типа поверхностей блоковые и обрушения, широко развиты на территории Таджикистана. Наиболее крупные их формы приурочены к главным речным долинам, устанавливая чёткую их приуроченность к зонам разрывных нарушений. В отдельных случаях они как бы трассируют эти зоны, почти не прерываясь (например, долина р. Ванч) или образуют серию крупных форм вдоль борта долины, заложенной по зоне разрывных нарушений (долины рек Сурхоб и Обиминью). Оползневым смещениям в этом случае подвержены почти полностью склоны водораздельных хребтов. Длина оползневых тел достигает 10 км (сев. склон хр. Петра Первого, хр. Хазратишо). Они образуют сложный ступенчатый рельеф с наложенными склоновыми процессами и более мелкими оползнями.

Тип поверхностей, образованных сплывами возникает, когда оползанию подвержены рыхлые водонасыщенные отложения, которые сползают по

поверхности коренных или мёрзлых пород служащих водоупором. Оползание происходит при вязко-текучем состоянии, с образованием характерных текстур течения в виде языков, валов выпирания, бугров. Мощность оползающей толщи колеблется от 2 до 10 м. Необходимым условием возникновения сплывов является содержание мелкозёма в водонасыщенной толще не менее 20%. Могут возникать в верхней части оползневых тел, имеющих пологие уклоны способствующие накоплению мелкозёма и воды.

Оползневые поверхности сопровождаются характерными морфологическими элементами рельефа - стенками или поверхностями срыва. Стенки срыва оползней с прилегающими склонами отрыва представляют собой округлые, подковообразные, воронкообразные, фронтальные и пр. уступы различной крутизны и высоты. Создают перегиб склона. Пространственные стенки срыва связаны с телами оползней.

Оползневые явления приводят к образованию весьма характерных форм мезо- и микрорельефа. Поэтому дешифрирование оползней велось преимущественно по их форме и рисунку фотоизображения. Для них характерна пятнистость, иногда полосчатость изображения, связанная с бугристым или ступенчатым строением оползневых тел. Кроме того «свежие» оползни выделяются по чётким формам рельефа, светлому, иногда почти белому фототону стенок срыва. В рыхлых четвертичных породах выделяются оползневые зоны, где оползни происходят по бортам многочисленных саёв, врезов и часто служат причиной возникновения селей.

На карте также выделены гравитационные блоки в речных долинах, которые образовались в период интенсивной эрозионной деятельности современных речных долин, которая в прошлом была более активна чем теперь.

При составлении легенды к карте оползневых явлений были просмотрены многочисленные отчёты как геолого-съёмочных, так и специализированных работ. Было решено не проводить классификацию оползней, так как, во-первых, для оценки оползневой опасности неважно какой тип оползня угрожает тому или иному объекту, во-вторых, при дешифрировании КС не всегда удаётся

определить тип оползня и в-третьих, при выделении оползневых склонов (зон развития оползней) среди отдельных мелких оползней, развитых на этом склоне, затруднительно выделить оползни определённого типа.

При дешифрировании выделялись как отдельные оползни, которые можно различить при дешифрировании, так и оползневые зоны. Оползневые зоны выделялись исходя из следующих соображений. На определённом склоне имеются многочисленные мелкие оползни (менее 0.15км^2), которые в силу мелкого масштаба выделить по отдельности не представляется возможным, или границы между отдельными оползнями нечёткие, часто один оползень переходит в другой, или на одном оползневом теле формируются другие более мелкие оползни. В таких случаях выделялись оползневые зоны. Иногда оползневые зоны имеют довольно протяжённые размеры и состоят из громадных блоковых оползней, которые захватывают весь склон хребта. Протяжённость таких зон составляет первые десятки километров.

Оползневые процессы и явления имеют незначительное распространение в Хатлонской области Республики Таджикистана. Здесь развиты многочисленные мелкие оползни по бортам оврагов и небольших ручьёв, в основном в лёссовом чехле. Наибольшее их распространение отмечено в междуречье рек Шуробдарья и Обимазар, где выделяются оползневые зоны. Также небольшие оползни отмечены в Яванской долине. Все эти оползневые явления связаны с избыточным увлажнением рыхлых отложений или вызваны подмывом берегов во время весенних паводков, а также процессами суффозии. Некоторые из них вызвали временные перекрытия ручьёв и образование временных озёр.

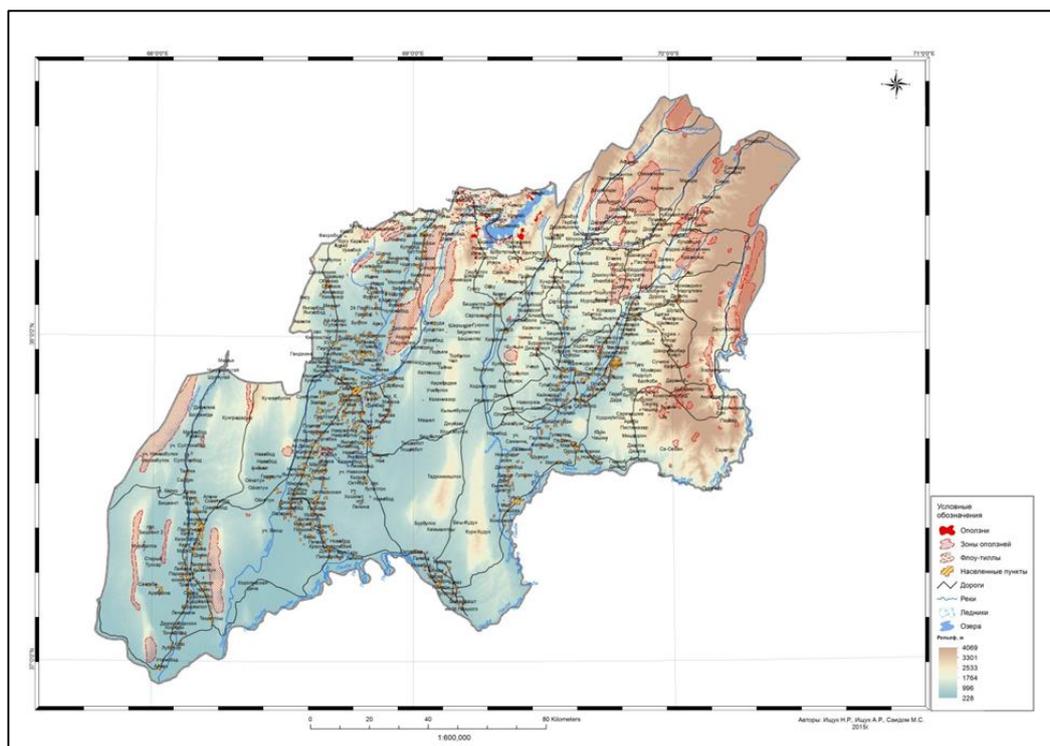


Рисунок 13. Карта оползневой пораженности Хатлонской области (Авторы Ишук Н.Р., Ишук А.Р., Саидов М.С., 2016г.)

Крупные оползневые зоны отмечены в бассейне р.Обиминьюу, где они захватывают обширные территории по обеим бортам долины. Характерной особенностью этих зон является формирование ступенчатых оползней, т.е. в теле более крупного оползня формируется более мелкий оползень и в нём формируется ещё более мелкий. Вследствие чего границы отдельных оползней размываются и нечётки. В целом всё выглядит хаотически. Причиной формирования этих зон служит активная зона Дарваз-Каракульского разлома.

Множество оползней отмечается в долине р.Вахш, ниже Нурекского водохранилища. Наиболее известные оползни в этой долине - это Байпазинский и Кукукутальский оползни.

Кукукутальский оползень проявил себя в ночь с 29 на 30 мая 2003 года после ливневых дождей. В южной части стенки срыва древнего оползня образовался закол, по которому часть переувлажнённого грунта пришла в движение и вызвала смещение значительной части оползневого тела ниже стенки срыва. Сместившиеся массы грунта, достигнув уступа на склоне обрушились вниз в реку Вахш, и вызвали временное её перекрытие, которое было размывлено в течение

нескольких часов. Причиной активизации Куккутальского оползня стало увеличение.



Рисунок 14. Общий вид Куккутальского оползня на р.Вахш, (фото Н.Ищук, 2003 г.)

Впервые о Байпазинском оползне заговорили в 1969 году, когда он перекрыл русло р.Вахш. Тогда не было Байпазинской ГЭС и опасности он не представлял. Решили, что оползень уже реализовался и о нём забыли. Второй раз Байпазинский оползень проявил себя в мае 1992 года, когда оползень перекрыл р.Вахш и создал угрозу Байпазинской ГЭС.

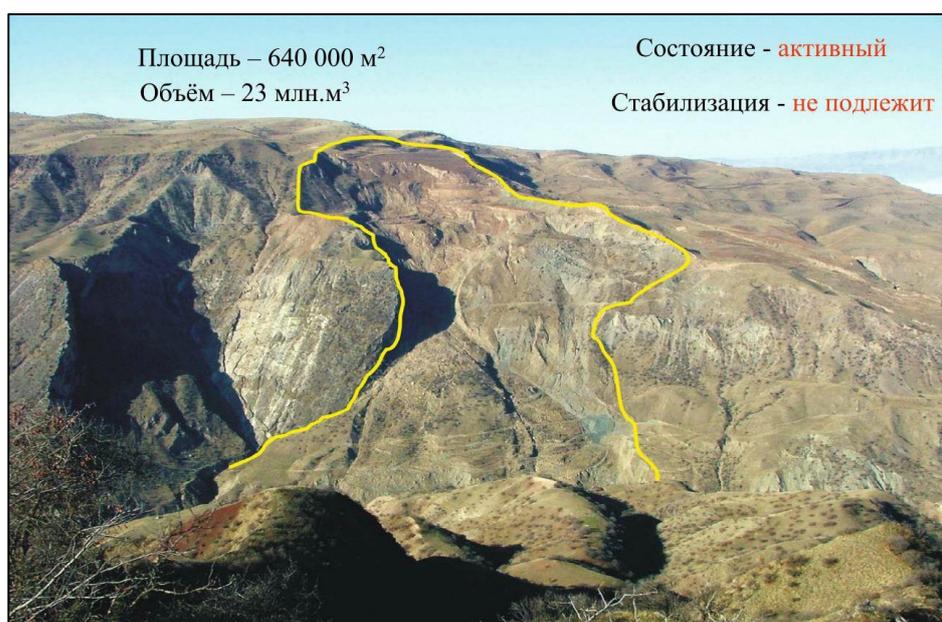


Рисунок 15. Байпазинский оползень на реки Вахш, (фото Н.Ищук, 2003 г.)

Байпазинский оползень проявлял активизацию в 2003, 2004, 2005 и в 2007 годах, но значительного ущерба не нанёс. Это свидетельствует о том, что Байпазинский оползень активный и не стабилизировавшийся, и до сих пор представляет собой угрозу для всего каскада ГЭС на р.Вахш. Кроме того, он входит в древний Обитогский оползень, который в голоцене перекрывал р.Вахш и при прорыве плотины был образован ряд террас ниже Байпазинского оползня.

2.6. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭРОЗИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

В последние годы для составления карт эрозии почв, и в целях использования их для мониторинга применяются космические снимки. Изучение и картографирование эродированных почв, и сопоставление результатов дешифрирования космических снимков даёт возможность разработать методы оценки территории по эрозионным процессам. Кроме того, космические снимки является хорошим материалом для сопоставления карт поражённости, густоты и площади эрозии.

А.А. Лаврусевичем (2013) была проведена оценка поражённости лёссовых территорий псевдокарстом. Составлена карта «Юго-Западного Таджикистана» (Рисунок 16), на которых выделены 5 типов территорий по степени поражённости псевдокарстом, которые характеризуются коэффициентом площадной поражённости (КПП) (таблица 2).

Под лёссовым псевдокарстом понимается процесс гидромеханического, гравитационного, биологического и физико-химического зонального разрушения недоуплотненных лёссовых пород при их избыточном (как правило, техногенном) увлажнении, приводящему к образованию форм рельефа, сильно напоминающих типичные карстовые (пещеры, провалы, воронки, колодцы, овраги, цирки и др.). Подобный процесс характерен лишь для лёссовых пород, т.е. для пород с особым составом и свойствами, распространённых в ландшафтах определённого типа [Лаврусевич, 2013].

Исследование псевдокарста с использованием космических снимков и аэрофотосъёмки выявило интересные особенности. Как правило, вершины псевдокарстовых оврагов в лёссах имеют форму подков или цирков. Таким образом, на космических снимках при увеличении масштаба достаточно хорошо различаются псевдокарстовые и типично эрозионные формы рельефа.

Несовершенство оросительных систем приводит к развитию ирригационной эрозии, которая провоцирует развитие псевдокарста. Яванская долина - типичный пример развития эрозии и псевдокарста в результате техногенеза. Более 7 тысяч гектаров орошаемых земель Яванской долины, а это более 27% всех орошаемых земель долины, подвержены процессам оврагообразования. Развитие псевдокарстового оврага в природных условиях продолжается на протяжении сотен лет и распространено в основном в необжитых районах. При техногенезе крупный псевдокарстовый овраг может развиваться за 2-3 года, нанося значительный ущерб всем отраслям хозяйства связанным с землепользованием. До освоения Яванской долины и пуска вод реки Вахш для орошения в конце 60-х годов XX века было выявлено 25 оврагов общей протяженностью 15 км. Через 40 лет после начала освоения зафиксировано 320 оврагов общей протяженностью уже 55 км.

Таблица 1.

Оценка поражённости территории лёссовым псевдокарстом (Лаврусевич, 2013г.)

Оценка поражённости территории лёссовым псевдокарстом	
Кпп	Характеристика развития поверхностных форм лёссового псевдокарста
<0,003	участки практически свободные от проявления лёссового псевдокарста
0,003 – 0,01	участки, мало подверженные воздействию лёссового псевдокарста, провалы небольшого диаметра, цепочки воронок, колодцы

По картам видно, что степень пораженности территории Вахшской долины распространена неравномерно. На равнинных территориях пораженность лёссовым псевдокарстом достаточно мала, исключение составляет часть левобережья реки Вахша. На территориях предгорья пораженность очень высокая, так как увеличение склона поверхности лёссовых пород приводит к быстрому развитию эрозии.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

В настоящее время в составлении различных карт используются ГИС программы для анализа данных и создания картографических материалов. В данном исследовании инструментом построения и обработки всех геоданных стал программный комплекс ArcGis. С помощью этой программы проведена оцифровка имеющегося картографического материала, и анализа статических данных. С помощью этих данных можно получить представление о распространении и распределении экзогенных процессов, выполнить оценки природных процессов.

В диссертационной работе дешифрирования разных материалов карт, расчета интегральной оценки частоты проявления экзогенных процессов, и интегральной оценки степени риска экзогенных процессов Вахшской долины и Хатлонской области.

Оценка выполнена с использованием балльной шкалы в геоинформационной среде с программой ArcGIS. Эта программа предоставляет широкие возможности пространственного анализа и инструментов для работы с различными форматами геоданных.

При оценке интегральных рисков использованы суммы степени опасности отдельных экзогенных процессов, учитывающих площадь их распространения.



Рисунок 17. Схема интегрального оценка экзогенные процессы

Определение частоты проявления экзогенных процессов и риска экзогенных процессов, производится путем анализа фондовой информации и

данных мониторинга экзогенно- геологических процессов. Результатом интегральной оценки экзогенных процессов является пространственно-площадной показатель, выраженный участками трех степеней риска: высокий, средний и низкий. Для получения интегральной оценки необходимо сложить степени опасности каждого из экзогенных процессов, проявление которых возможно на изучаемой территории.

Составление различных карт экзогенных процессов, характерных для исследуемых территорий. С использованием результатов ГИС-технологий зональному распространению и влиянию экзогенных процессов, присваивается балльная шкала для каждого процесса в отдельности. В результате получаем набор карт распространения экзогенных процессов.

Интегральная оценка проводится путем сложения степени опасности проявления экзогенных процессов или сложения балльной оценки процессов. На территории пространственно-площадного пересечения участков, получаем разные степени риска. Схематически процесс интегрирования представлен по формуле.

$$I = I(q; w) = I(q_1, \dots, q_m; w_1, \dots, w_m) = \sum_{i=1}^m q_i w_i,$$

В качестве *I-функции* выберем линейную свертку нормированных значений критериев вида представляющую собой сумму взвешенных значений показателей q_i , определяемую вектором параметров $w = w (w_1, \dots, w_m)$, неотрицательными компонентами которого являются *весовые коэффициенты* («веса»), задающие *значимость* (важность) отдельных критериев для интегральной оценки устойчивости. Введение дополнительного условия нормирования весов ($w_1 + \dots + w_m = 1$) позволяет говорить о значении параметра w_i как об оценке *относительной значимости* показателя q_i [В. В. Дмитриев и А. Н. Огурцов, 2014].

В данном случае процесс интегрирования, где - q_i степени опасности отдельных экзогенные процессы и w_m *значимость* (важность) данного процесса для интегральной оценки степени риска.

Диапазоны вычисленных с использованием ГИС-анализа значений по перечисленным показателям разделяются до 4-х классов, в зависимости от распространения экзогенных процессов. Среднее арифметическое полученных оценок рассматривается в качестве результирующей - «интегральной» - оценки.

После завершения оценки интегрирования рисков условные площади принимают значения суммарной балльной оценки процесса, и могут быть ранжированы в зависимости от минимального и максимального значений. В результате получаем ранжирование интегрального риска разной степени опасности.

3.2. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПО КОЛИЧЕСТВУ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В этой работе проводятся исследования по решению задач интегральной оценки экзогенных процессов в ГИС программе. Интегральные оценки экзогенных процессов определяются: ландшафтным картографическим методом, дистанционным методом, методами стационарного мониторинга экзогенных процессов, по фондовым материалам геологических, геоморфологических и гидрогеологических исследований.

При интегральной оценке по количеству экзогенных процессов используют данные от «Государственная служба слежения за экзогенными геологическими процессами на территории юга Республики Таджикистан» за 2015-2019 гг. Наблюдение за развитием современных экзогенных геологических процессов проводится по плановой службе, и по вызовам возникновения чрезвычайных случаев. Списки статистических данных процессов составляются по списку населённых пунктов и объектов, подверженных опасному воздействию экзогенных геологических процессов.

Объектом была выбрана территория Хатлонской области для интегральной оценки частоты проявления экзогенных процессов, в связи с наличием большого количества различных экзогенных процессов. Проявление процессов возможно на данной территории, а также доступностью фактического материала

предоставленного Государственной службой слежения за экзогенными геологическими процессами на территории юга Республики Таджикистан.

Изучаемая территория Хатлонской области, расположена в центральной части Вахшской долины, имеет большие площади для оценки частоты проявления экзогенных процессов по районам. Хатлонская область делится на 21 район и для каждого района распространяются определенные типы экзогенных процессов. В Вахшской долине расположены 8 районов. Разработка методики анализа частоты проявления экзогенных процессов для нескольких районов затруднительно, потому что количество данных недостаточно, соответственно выделение по разной степени частоты процесса не очень велико. Чем больше площадь распространения процессов и статических данных, тем больше точность определения частоты проявления экзогенных процессов.

Интегральная оценка проведена по проявлению следующих процессов: сели, оползни, эрозия и просадка. По каждому поясу рельефа характерны различные уровни проявления процессов. Например, по поясу на равнинном рельефе (300 до 900 м) распространены процессы, связанные с деятельностью подземных вод, а в предгорных (900-1600 м), низкогорных (1600-2300 м), среднегорных (2300-3500 м) и высокогорных частях рельефа (выше 3500 м) в основном развиты гравитационные процессы. Различные типы эрозии и сели распространены по всему местному рельефу.

Чтобы анализировать интегральные оценки частоты проявления процессов, была разработана методика выделения количества процессов в балльных шкалах. Интегральная оценка экзогенных процессов на основе метода балльной оценочной системы. В таблице «Количество процессов в баллах» приведена замена количества экзогенных процессов на балльную шкалу. Эти процессы были зарегистрированы в период 2015-2019 гг. На территории Хатлонской области распространены оползни, обвалы, лавины, сели, эрозия, просадка, карст, затопление, заболачивание и эоловые процессы. Из перечисленных процессов больше всего распространяют сели, оползни, эрозия и просадки, которые разрушают инженерные объекты и сельскохозяйственные земли. Наибольший

ущерб народному хозяйству республики наносят оползни, обвалы и селевые явления. Проявление последних в отдельные годы приводило к значительным разрушениям жилых и прочих сооружений, заносу и затоплению земельных угодий, автодорог, перекрытию русел рек и к человеческим жертвам.

Таблица 3.1.

Количество процессов в баллах
(Государственной службой слежения за экзогенными геологическими процессами на территории юга Республики Таджикистан)

Критерий оценки	Количество экзогенных процессов	Количество процессов в баллах
Сели	0-5	0
	6-15	1
	16-23	2
	24-34	3
Оползни	0	0
	1-3	1
	4-6	2
	7-9	3
Эрозия	0-5	0
	6-15	1
	16-30	2
	31-44	3
Просадка	0	0
	1-4	1
	5-6	3

По результатам проведенного анализа фондовой информации и данных государственного мониторинга экзогенных геологических процессов был составлен перечень карт, характерных для Хатлонской области, среди которых (Рисунок 18):

- оползневой процесс;
- селевой процесс;
- эрозионные процессы;
- просадочные процессы;

На основе полученных результатов был составлен комплект карт районов возможного проявления экзогенных процессов на территории Хатлонской области масштаба 1:2500000.

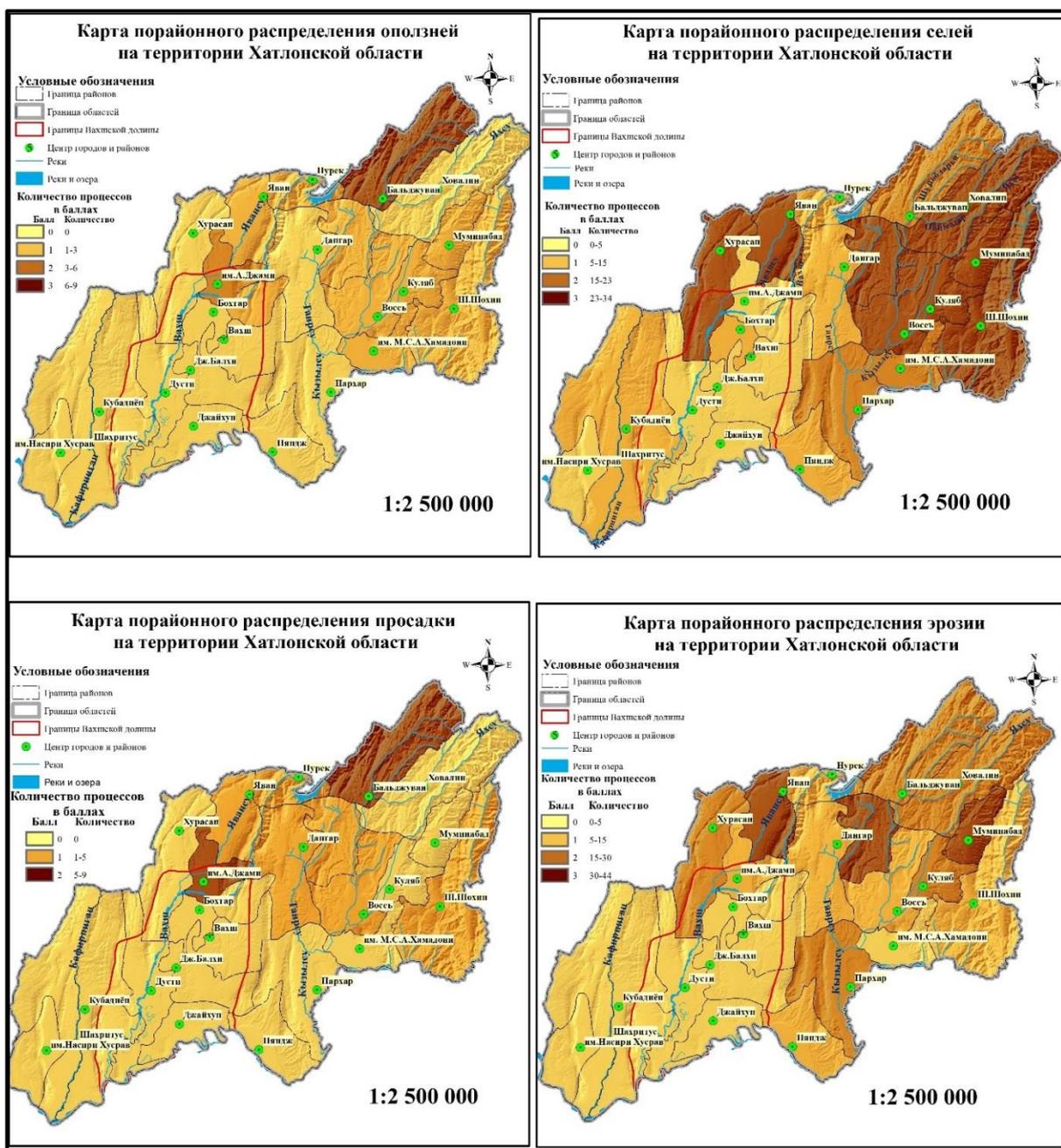


Рисунок 18. Карты районного распределения экзогенно-геологических процессов на территории Хатлонской области (Автор составил карты построенные на основе данных)

Все карты были построены на основе данных «Государственной службы слежения за экзогенными геологическими процессами на территории юга Республики Таджикистан» на период 2015-2019 гг.

На основе построенного картографического материала была проведена интегральная оценка процессов по районам в Хатлонской области, заключающаяся в наложении слоев карт, которые перечислены выше. В результате анализа была составлена карта интегральной оценки частоты проявления экзогенных процессов на территории Хатлонской области (Рисунок 19). На карте выделены территории с разной частотой проявления процессов, а именно: высокой, средней и низкой, которые можно учитывать при ландшафтном и территориальном планировании областей.



Рисунок 19. Карта оценки частоты проявления экзогенных процессов на территории Хатлонской области (Автор составил карты в результате анализа)

В результате анализа интегральной оценки территории с низкой частотой проявления экзогенных процессов определено, что возникновение процессов имеют те участки, которые расположены в южной части области. На этой территории проявление экзогенных процессов незначительно. По полученным картам наблюдается в основном развитие процессов селей и эрозий. Рельеф данных участков равнинный и предгорный.

Территории со средней и высокой степенью частоты проявления процессов занимают в основном высокогорные части, то есть северные и северо-восточные районы территории. Данным участкам соответствуют высокие проявления экзогенных процессов, таких как сели, оползни, эрозия и просадки. Этим зонам характерны распространения крутых склонов и обрывов, которые способствуют возникновению опасных природных процессов.

По результатам анализа интегральной оценки частоты проявления по количественным данным экзогенных процессов, на территории Вахшской долины относится к низкой степени частоты. В районах имени А.Джами и Хуросан, которые расположены на севере и северо-западном краю долины, относится к средней частоте проявления экзогенных процессов. В районах степень *частоты* проявления экзогенных процессов сильно отличаются, а также большинство природных процессов протекают в тех участках, которые еще не постоянно используют в сельскохозяйственном угодье или еще не освоены людьми.

3.3. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Геоморфология изменяется постоянно и никогда не повторяет пройденный этап создания природных объектов. Ландшафтообразующимися факторами являются как эндогенные, так и экзогенные процессы. В зависимости от типа процесса ландшафта формируются определенные растительности, почвы, формы рельефа и т.д.

Экзогенные процессы проявляются на поверхности Земли при участии лучистой энергии Солнца, при взаимодействии атмосферы, гидросферы и биосферы с литосферой. Внешние геологические процессы приводят к разрушению ранее существовавших горных пород и минералов, образование новых пород. Они проявляются в непрерывном разрушении и изменении земной поверхности, вследствие воздействия атмосферных и подземных вод, рек и ледников, морей и океанов, выветривания, деятельности ветра и человека.

При анализе территории использовались фондовые и другие материалы, путем сканирования, дешифрирования и оцифровывания различных карт экзогенных процессов. На основе полученных данных были проанализированы процессы. Интегральная оценка была исполнена в программе ArcGis.

В горных территориях актуальной задачей является оценка опасности формирования экзогенных процессов, для обеспечения безопасности населения и окружающей природной среды. Для решения задачи проведена интегральная оценка экзогенных процессов на территории Хатлонской области.

Территория области разнообразна по геологическому строению, геоморфологическому расположению, климатическими условиями и проявлениями опасных экзогенных процессов. По ландшафту наблюдается сильное различие в экзогенных процессах, по характеру распространения и воздействия на окружающую среду.

Автор составил различные карты экзогенных процессов Хатлонской области по фондовым материалам. По характеру распространения природных процессов выделили разные степени опасности экзогенных процессов. По материалу автор разработал методику оценки экзогенных процессов для Хатлонской области и Вахшской долины. Все характеристики процессов и шкала баллов приведены в таблице 3.2. Для оценки использована степень селевой опасности, степень лавиной опасности, коэффициент поражённости лёссовым псевдокарстом, зональные распространения оползни, эоловые процессы и заболачивание.

Карта коэффициента поражённости лёссовым псевдокарстом, была составлена по авторам А.А. Лаврусевич (2013) и карта называется «Поражённости Юго-Западного Таджикистана». Другие карты были взяты из сборника тематических карт «Природные ресурсы Таджикской ССР» масштаба 1:500 000 разработан в 1978-1982 гг.

Таблица 3.2.

Сводная таблица характеристика экзогенных процессов для балльной оценки территории (таблица составлено по литературными источниками)

Критерий оценки экзогенных процессов	Характеристика опасности и распространения экзогенных процессов	Степени опасности в баллах
Степень селевой опасности	Отсутствует	0
	Незначительная	1
	Слабая	2
	Умеренная	3
	Сильная	4
Степень лавиной опасности	Отсутствует	0
	Незначительная	1
	Слабая	2
	Умеренная	3
	Сильная	4
Коэффициент поражённости лёссовым псевдокарстом	$K_{пп} < 0,003$	0
	$0,003 < K_{пп} < 0,01$	1
	$0,01 < K_{пп} < 0,1$	2
	$0,1 < K_{пп} < 0,5$	3
	$K_{пп} > 0,5$ и $K_{пп}=0$ ($K_{пп}=0$ хребты и выходы скальных пород)	4
Оползни	Не распространены	0
	Распространены	1
Эоловые процессы	Не распространены	0
	Распространены	1
Заболачивание	Не распространены	0
	Распространены	1

По материалам проведенных ранее исследований на изучаемой территории были проведены интегральные оценки степени риски проявления экзогенных

процессов на территории Хатлонской области. В ходе анализа факторов, влияющих на ландшафтно-экологические условия территории Хатлонской областей, был выделен ряд наиболее значимых процессов, по которым составлены карты распределения различных экзогенных процессов по масштабам 1: 2 500 000, показанные на рисунке 20:

- карта распределения коэффициент пораженность лессовыми псевдокарстом,
- карта распределения селей,
- карта распределения лавины,
- распределения зоны оползней, карста, заболачивание и эоловые процессы.

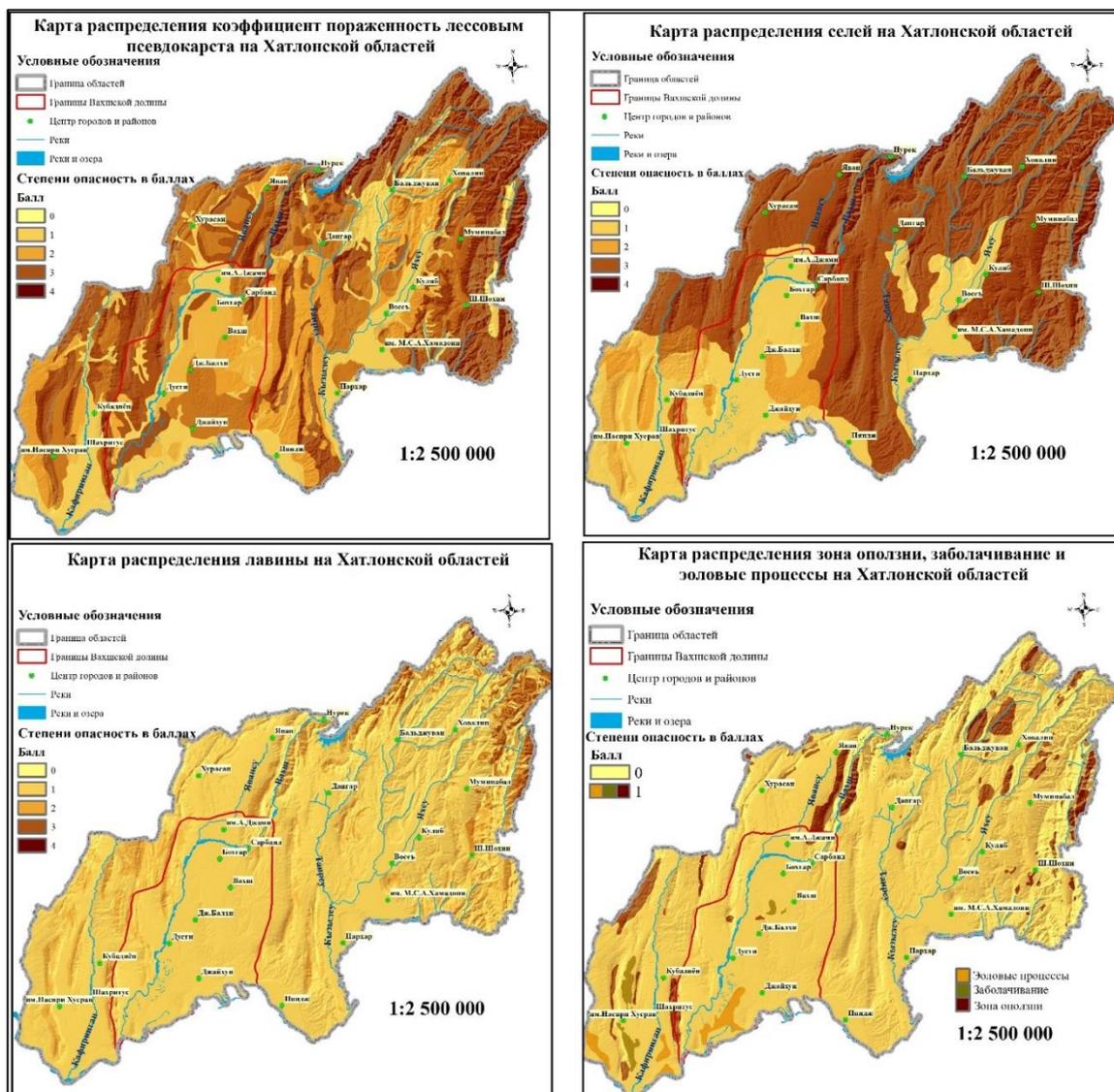


Рисунок 20. Карты распределения экзогенных процессов в балльных шкалах в Хатлонской области (Автор оставил все карты на основе литературных источников)

процессы (береговая и донная эрозия), засоление и заболачивание. Заболоченность характеризует высокие уровни подземных вод. Эоловые процессы распространяется в южной части долины реки Вахш, которые захватывают берега рек Вахш, Пяндж и Аму-Дарья. Здесь наиболее значительно развиваются селитебные, водные и сельскохозяйственные ландшафты, которые при неправильном использовании земель приводят к формированию природно-техногенным процессам.

Средние степени риска экзогенных процессов развития в предгорных и низкогорных территориях, которые характеризуют в основном лессовыми породами. Здесь очень широко распространено склоновые эрозионные процессы и сели. Эрозионные процессы всегда в активном состоянии, так как факторы, активизирующие процессы, являются как природные, так и техногенные. На этих участках при выпадении атмосферных осадков в виде дождя, формируется разные площадные сели, которые разрушают дома, мосты, дороги и другие инженерные сооружения. На берегах реки Вахша развивается береговая эрозия. Единичные проявления других видов экзогенных процессов является оползни, лавины и карсты. Здесь больше развиваются сельскохозяйственные ландшафты. Селитебные, водные и промышленные ландшафты находятся в стадии развития территории.

Высокие степени риска экзогенных процессов характерно в среднегорных и высокогорных территории Хатлонской области. На территории развиты склоновые эрозионные процессы, водно-каменные сели, оползни, обвалы, осыпи и лавины. Рельеф территории характеризует крутые склоны и обрывы, выходы коренных пород и хребтов, которые способствуют развитию гравитационных процессов. На этих территориях сельскохозяйственные и другие ландшафты не очень развиты и менее распространены.

Из карт интегральной оценки степени риска экзогенных процессов на территории Хатлонской области было вырезано территория Вахшской долины и посчитано площадь степени риска, а также площадь населенных пунктов находящиеся на определенной зоне риска (Рисунок 22). По результатам анализа

территории Вахшской долины характеризуют низкую, среднюю и высокую степень риска формирования экзогенных процессов. Центральные части Вахшской долины являются низкой степенью риска, по мере увеличения гипсометрической высоты рельефа, так же повышает степень риска. На водораздельных границах долины высокая степень риска, а в предгорный рельеф, средняя степень риска. Исходя из этого анализа можно сделать вывод, что степень риска прямо пропорционально связано с рельефом долины.

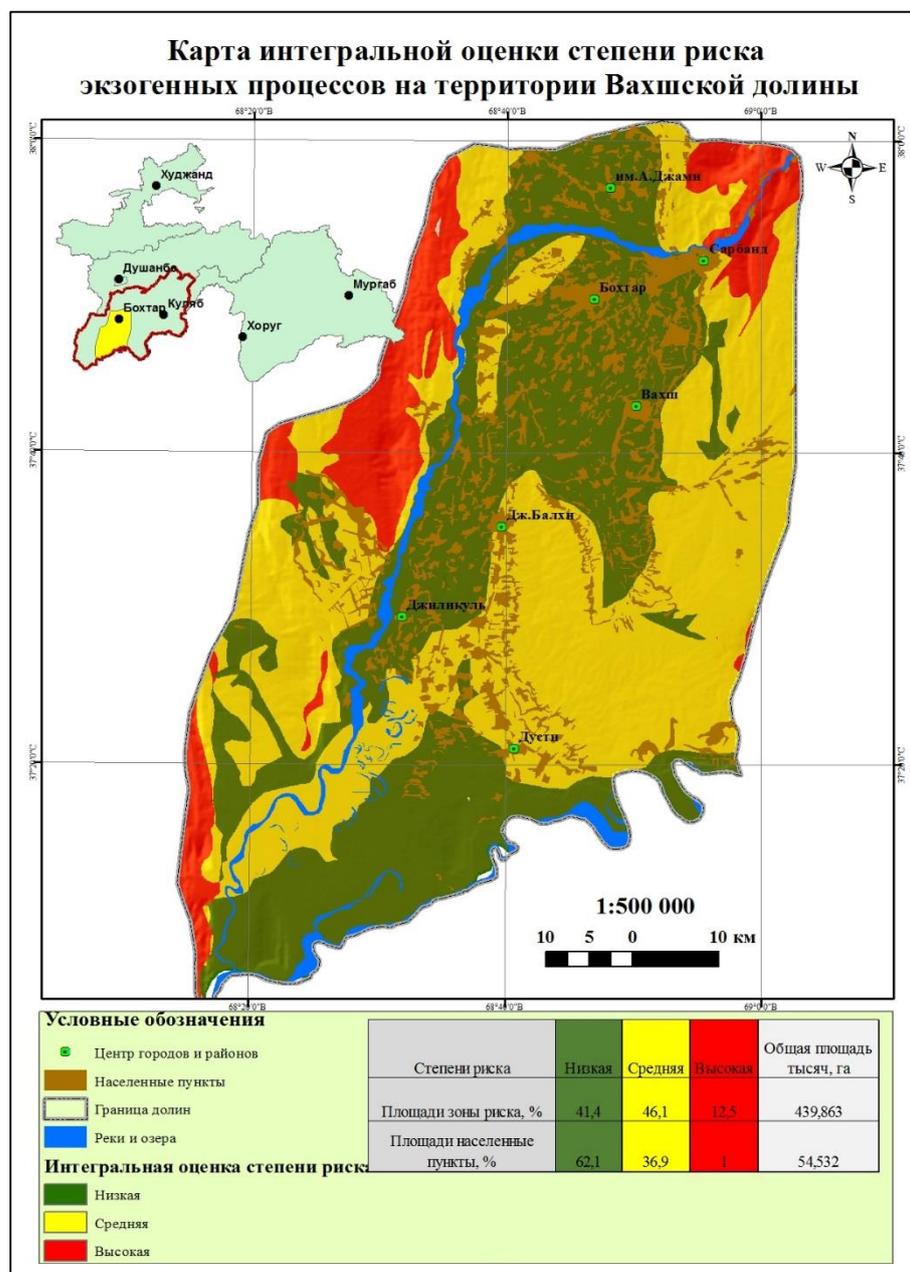


Рисунок 22. Карта интегральной оценки степени риска экзогенных процессов на территории Вахшской долины (Автор составил в результате анализа)

На данной карте интегральной степени риска выделены 3 степени, и обозначены цветовой градацией зеленый, желтый и красный:

- площадь *низкой степени риска* составляет 41,4 % от общей площади Вахшской долины и на этих зонах расположено 62,1 % населённых пунктов;
- площадь *средней степени риска* составляет 46,1 % от общей площади Вахшской долины и на этих зонах расположено 32,9 % населённых пунктов;
- площадь *высокой степени риска* составляет 12,5 % от общей площади Вахшской долины и на этих зонах расположено 1,0 % населённых пунктов;

Таким образом, с помощью применение ГИС-технологии посчитано площадь риска и населенные пункты. После полученных данных о площади, по ним посчитано процентное отношение площади риска, населенные пункты и приведено в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Процентные соотношения площади риска и населенных пунктов
(таблица составлено на основы данные ГИС)

Степень риска	Низкая	Средняя	Высокая	Общая площадь тысяч, га
Площади зоны риска, %	41,4	46,1	12,5	494,394
Площади населенных пунктов, %	62,1	36,9	1	54,532



Рисунок 23. Диаграмма распределения риска и населенные пункты

Общая площадь Вахшской долины составляет 494,394 тысяч, гектар. Площадь населенных пунктов составляют 54,532 гектар или 12,4 % от общей площади долины реки Вахша.

Следовательно, большая половина населённых пунктов расположена на зонах низкой степени риска проявления экзогенных процессов. На зонах средней степени риска проявление экзогенных процессов находится одна третья часть (1/3) населённых пунктов. На зонах *высокой степени риска* почти отсутствуют населенные пункты, или 1,0 % от общей площади населённых пунктов расположено.

3.4. ОЦЕНКА ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ ПО ДИСТАНЦИОННОМУ МЕТОДУ

В настоящее время изучение опасных процессов относится к одним из самых развивающихся сфер исследований в науке, связанных с изучением изменчивости окружающей среды. Высокими темпами развития направления о изучении природных процессов, обусловлено проявлением новых методов дистанционного зондирования с использованием новых технологий обработки пространственных данных. Изучение и наблюдение изменения форм рельефа, селевых, эрозионных, оползневых и других ландшафтообразующих процессов являются необходимым учитывать при решении задач территориального и

ландшафтного планирования, являющиеся обеспечением устойчивого развития аграрной и/или промышленной инфраструктуры.

При решении задач диссертационного исследования использовались методы дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологии.

Вахшская долина по своим природно-климатическим условиям является уникальным регионом и имеющим большое значение для хозяйственной деятельности человека. В Вахшской долине при ландшафтном планировании, градостроительного планирования или сельскохозяйственного землепользования, не всегда учитывают все основные природные процессы и явления. Каждый год при неправильном использовании земель и природных ресурсов, в результате приводят формирование до катастрофического стихийного бедствия. Так как формируются оползни на склонах рельефа, возникновение селей на долинах, активного развития эрозионного процесса на равнинах и горных территориях.

Картографическое отображение природных объектов и распространение экзогенных процессов выполнено по методикам дистанционного зондирования Земли и ГИС- технологий, на основе анализа космических снимков Sentinel-2, 2018 году и онлайн карты ArcGIS. Космические снимки Sentinel-2 доступны на сайте геологической службы США (<https://earthexplorer.usgs.gov>) было скачено. На основе снимков и онлайн карт были выделены границы природных, антропогенных объектов, которые развивают различные экзогенные процессы. В ходе исследования составили карты экзогенных процессов Вахшской долины. Для каждого объекта были подсчитаны площади распространения. Площади подсчитаны на основных функциях программы ArcGIS. Все данные приведены в таблице 6. А также по таблицам 3.4 составлена диаграмма распределения объектов.

Процентное распределение объектов (Автор составил на основе данных ГИС)

Объекты	Площадь, тысяч, гектар	Доля площадь от общего, %
Населенные пункты	54,532	12,4
Сельскохозяйственные культуры	136,317	26,3
Богарные земледелие	203,420	41,3
Пустыни	16,579	3,4
Водные объекты	1,795	0,3
Реки и озера	16,763	3,4
Болота	33,196	6,7
Процессы и явления	29,605	6,2



Рисунок 24. Диаграмма распределения объектов

Количественные данные о природных и антропогенных объектах, собраны в процессе дистанционного анализа исследуемой территории. Метод дистанционного зондирования позволил составить карту экзогенных процессов Вахшской долины, таблица и диаграмма процентного распределения объектов ландшафта.

Вахшская долина подвержена интенсивным экзогенным процессам, такие как оползни, сели, эрозия, суффозионно-карстовые явления, заболачивание и

засоление. Они безвозвратно выводят из оборота освоенные земли, разрушают населенные пункты, гидротехнические сооружения, коммуникации и наносят ущерб окружающей среде. Площадь развития этих процессов в Вахшской долине достигает 29,605 тысяч гектаров, или 6,2 % от общей площади долины. Долина постоянно подвергается воздействию экзогенных процессов.

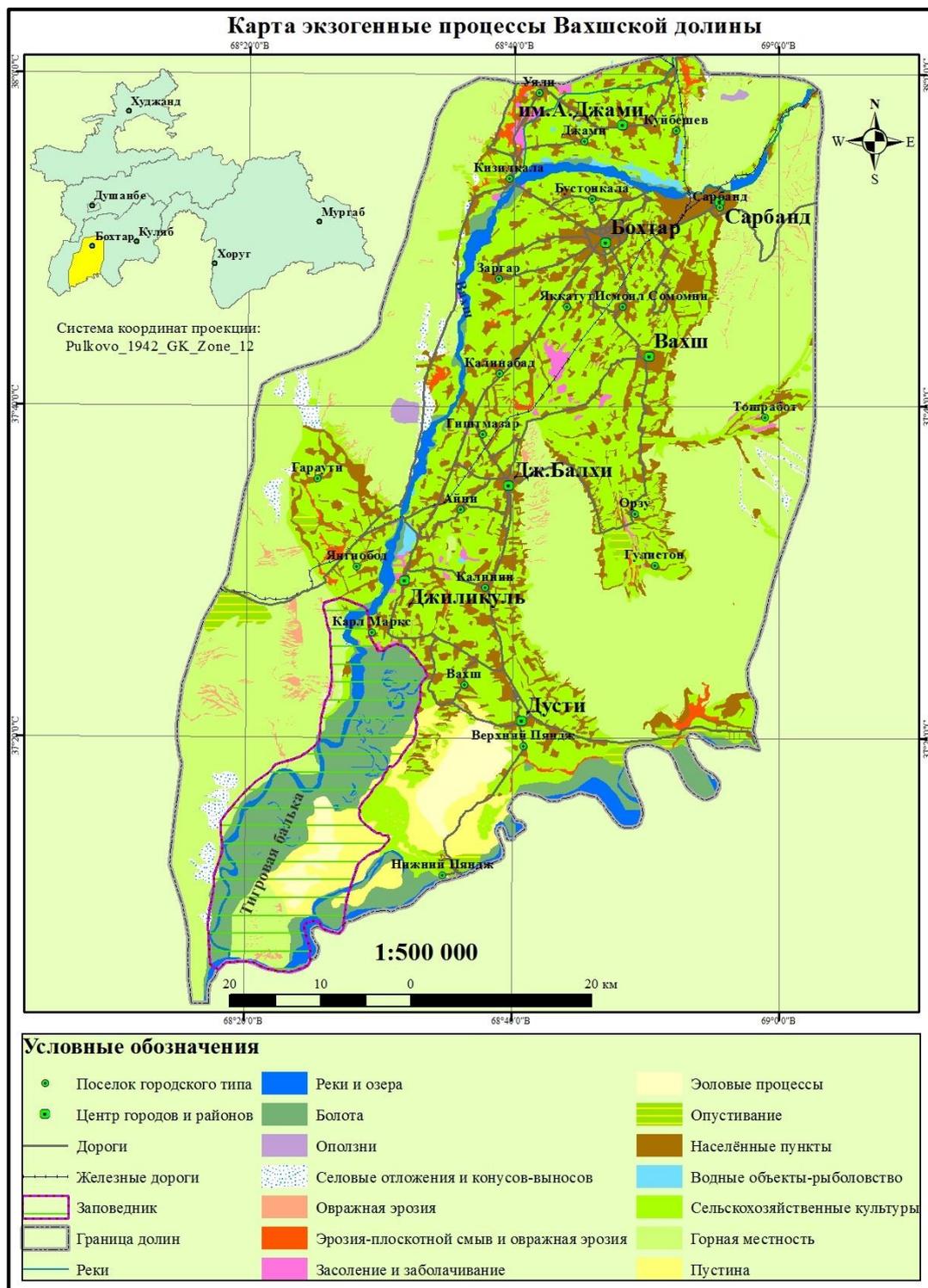


Рисунок 25. Карта экзогенных процессов Вахшской долины (Автор составил карту в результате анализа)

Частое формирование селей вызывает сочетание определенных условий, например, горным рельефом с крутыми склонами, в малой степени растительности и ливневым характером атмосферных осадков. Обычно сели приурочены к определенным временам года, а именно весенним, и реже осенним сезонам. Оно имеет большое значение при оценке возможности дальнейшего народнохозяйственного освоения региона, с целью его защиты от негативного влияния тех или иных экзогенных процессов и явлений.

Кроме этого, можно выделить опасные экзогенные процессы, такие как заболачивание и засоление, овражная эрозия и плоскостной смыв, которые проявляются при взаимодействии природных и техногенных факторов. Изменение климата, интенсивное ирригационное освоение территории, урбанизация, освоение горных склонов в Вахшской долины, обуславливают формирование и распространение высокими темпами экзогенных процессов. Активизация все этих процессов имеет природные и антропогенные факторы.

Процесс затопления и заболачивания имеет сезонный характер проявления и происходит по разным причинам. Одним из факторов возникновения процесса утечки, инфильтрация и перелив воды из ирригационных каналов и бесконтрольные поливы участков. Чаще всего процесс затопления и заболачивания проявляется в весенне-летний период, когда происходит попуск ирригационных вод по ирригационным каналам и арыкам, а также полив приусадебных участков.

В пределах предгорных и горных территории Вахшской долины современные экзогенные процессы различные виды эрозии, находятся в активном состоянии. Однако негативное воздействие на народнохозяйственные объекты, они оказывают не везде и в разной степени. С ростом городов, пастбищ, откормочных зон, освоение новых склонов, а также с планирование многих важных хозяйственных объектов приводят к активному проявлению процессов. В связи с освоением крутых склонов на массивах с лессовыми отложениями усиливаются процессы овражной эрозии и оползней. Происходит смыв плодородного слоя почвы на сотнях тысяч гектаров земель

Сельское хозяйство в Вахшской долины может значительно пострадать от изменения климата, засушливый характер климата способствует деградации земель и развитию процессов опустынивания. Антропогенное воздействие является вырубка древесно-кустарниковой растительности, и нерегулируемый выпас скота. В долине при выходе из строя ирригационных систем наблюдается процесс опустынивания и превращение сельскохозяйственных земель в пустыню.

Анализ картографического материала о распространении экзогенных процессов позволил установить, что все процессы по площади занимают 29,605 тысяч гектар, соответствуют 6,2 % всей территории Вахшской долины. Экзогенные процессы распространяются по всему рельефу территории.

На примере формирования селевых процессов, эрозий и оползней, было проведено в одном районе исследования Хурасонском районе, которые 2020 году образовались катастрофические стихийные бедствия. В районе Хурасон Хатлонской области 14 мая 2020 год, в результате селевого потока и схода оползни разрушили 65 домов, сельскохозяйственные земли и дороги.



Рисунок 26. После схода сели и формирование оползневого тела. (Фото 18 май, 2020 год.)

Над посёлком возвышается высокая пролювиальная терраса. Высота террасы достигает 56 метр. Через террасу с север-востока на юг-запад проходит

магистральный оросительный канал, он проходит в бетонном и земляном русле. На участках пересечения канала имеются многочисленные аварии и утечки воды

По этой территории было посчитана динамика изменения площади эрозионных процессов. Для этого были использованы различные материалы.

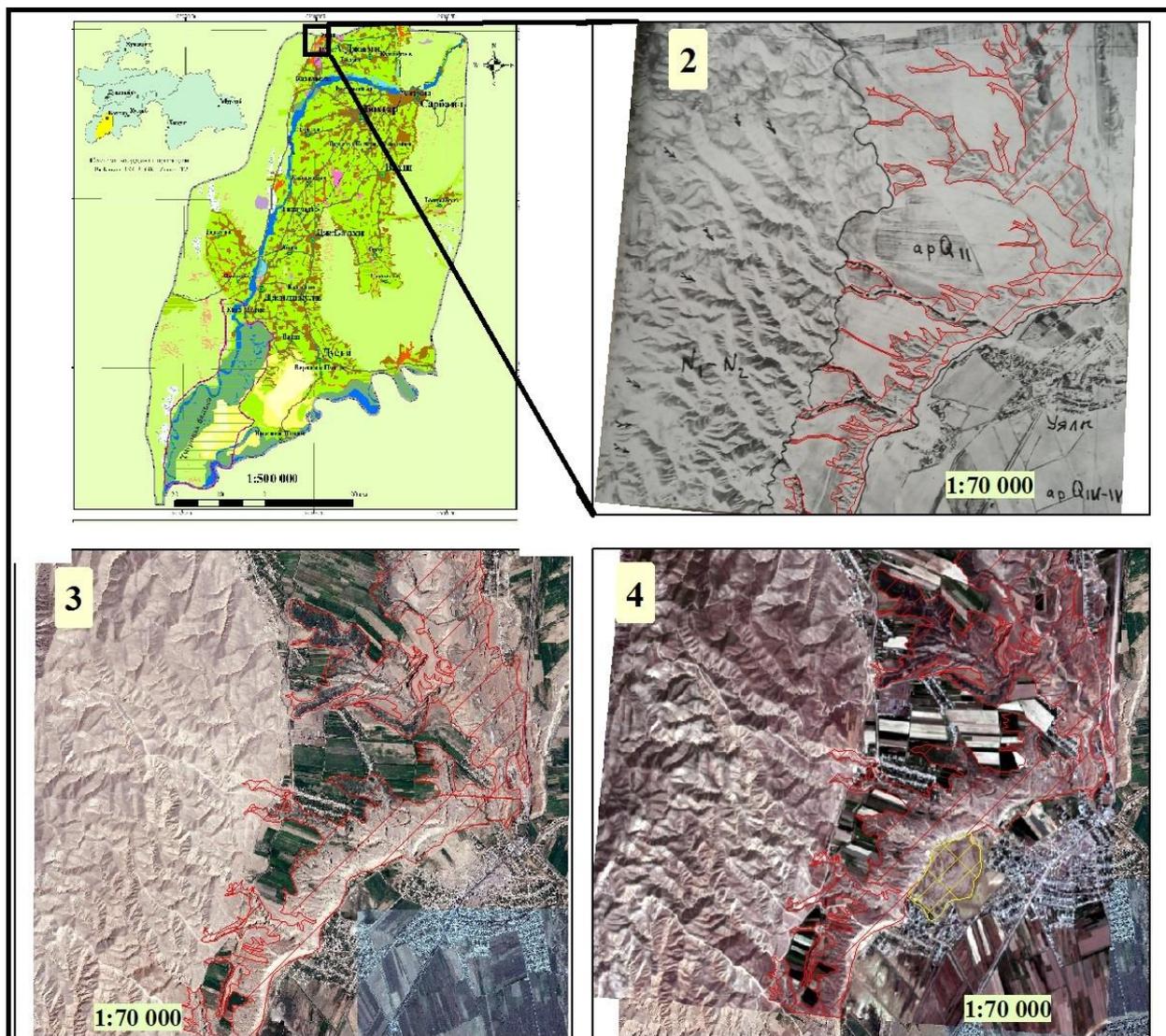


Рисунок 27. 1-Карта экзогенных процессов Вахшской долины,
2-Фото взято из отчета 1984-1987 гг. Площадь эрозии $S=491$ гектар,
3-Снимок взят от SASPlaneta, 2020 г. Площадь эрозии $S=767$ гектар,
4-Снимок взят от <https://earthexplorer.usgs.gov/>, 25.05.2020. Площадь эрозии $S=770$ гектар и
площадь оползня $S=58$ гектар.

По снимкам посчитана динамика изменения площади эрозионных процессов в 1987-2020 годах. До схода села 14 май 2020 году, была увеличена площадь эрозии на 276 гектар и после схода села увеличился на 279 гектар.

Эрозионные процессы разрушили полностью 3 гектара сельскохозяйственных земель. В течение 33 лет была увеличена площадь эрозии на 279 гектар.

С помощью полученных данных о ландшафтах с использованием метода дистанционного зондирования, был проведен анализ степени пораженности экзогенными процессами долин. В работе представлена карта районирования пораженности экзогенными геологическими процессами по схеме А.И. Шеко и В.В. Кюнтцель.

Региональная активность экзогенных геологических процессов характеризуется степенью пораженности территории, активными проявлениями, и оценивается обычно отношением площади (количества, протяженности) активных проявлений данного процесса к общей площади (количеству, протяженности) проявлений этого же процесса на данной территории.

Таблица 3.5

Категории территорий по пораженности экзогенными геологическими процессами (А.И. Шеко, В.В. Кюнтцель).

№ п/п	Категория (пораженности территории)	Коэффициент пораженности
1	Не поражена	Форм нет
2	Весьма слабая	Единичные формы
3	Слабая	0,01 – 0,2
4	Средняя	0,2 – 0,4
5	Сильная	0,4 – 0,6
6	Очень сильная	0,6 – 0,8
7	Весьма сильная	> 0,8

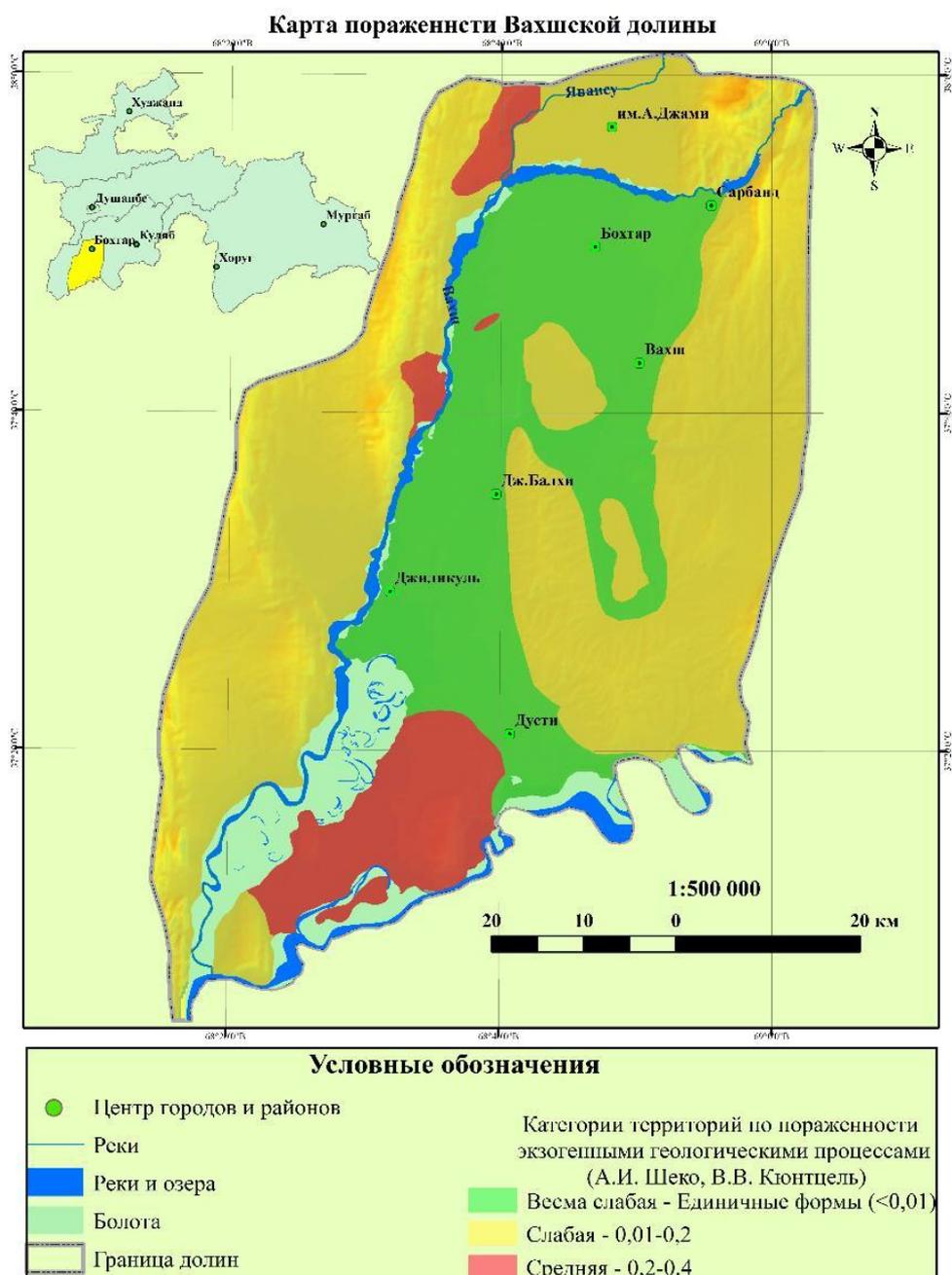


Рисунок 28. Карта пораженности Вахшской долины (Автор составил карту в результате анализа)

Данная карта показывает пораженность территории долины от экзогенных геологических процессов, который изменяется от 0 до 0,3. Выделены три области пораженности экзогенными геологическими процессами: низкий, средней и высокий. В результате полученные количественные данные представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Категории территорий по пораженности экзогенными геологическими процессами Вахшской долины (таблица составлена в результате анализа)

№ п/п	Категория (пораженности территории)	Коэффициент пораженности	Процентные отношение, %
1	Весьма слабая	0,01	28,3
2	Слабая	0,01-0,20	61,6
3	Средняя	0,20-0,30	10,1

Около 28,3 % территорий Вахшской долины характеризуется весьма слабым коэффициентом пораженности природных территорий. Такие территории распространены в центральной части долины. Этим участкам характерно развитие засоления, заболачивания и эрозионные процессы.

Слабый коэффициент пораженности характеризуется 61,6 % территории Вахшской долины. Это территории, приуроченные к горной и предгорной части долины. А также на центральной части долины в виде остров тоже выделено территории слабый коэффициент пораженности. В этих зонах наблюдаются овражная эрозия и плоскостной смыв, сели и оползни.

Около 10,1 % территории Вахшской долины характеризуется средним коэффициентом пораженности. Участки с такими характеристиками приурочены к некоторым участкам предгорных частей долины и центральной южной части долины. В участках предгорной части долины активно развиваются эрозионные процессы и сели, а также эти участки являются зоной аккумуляции селевых отложений. В центральной южной части долин характеризуется пустынными ландшафтами, соответственно встречаются эоловые процессы.

Большее количество территорий характеризует весьма слабый коэффициент пораженности. Там, где средний коэффициент пораженности, здесь экзогенные процессы в активном состоянии. Чем выше пораженность территории экзогенными геологическими процессами, тем ниже устойчивость природной среды.

Составлении карты пораженности Вахшской долины принесло бы большую пользу при ландшафтном и территориальном планировании, а также для обеспечения безопасности состояния различных хозяйственных объектов, инженерных сооружений, экосистем и жизнедеятельности людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проанализированы результаты предшествующих исследований по экзогенным процессам и выявлено пространственное распределение и формирование опасных экзогенных процессов в границах Вахшской долины.

В результате проведенной оценки разработана авторская методика оценки экзогенных процессов и установлено, что частота проявления экзогенных процессов долины низкой степени частоты, и по степени риска относится к низкой, средней и высокой. Пораженность экзогенными геологическими процессами исследуемой территории весьма слабая и средняя.

Впервые составлены следующие авторские серии карт: интегральной оценки частоты проявления экзогенных процессов, оценки степени риска на территории Хатлонской области и Вахшской долины, карты экзогенных процессов и пораженности экзогенными геологическими процессами Вахшской долины.

Таким образом, установлено что создано на ландшафтной основе карты с применением данных ДДЗ и ГИС-технологий, позволяющие более обширно учитывать хозяйственные деятельности при рациональном использовании территории и сохранение от негативного воздействия на окружающую среду.

В процессе исследования территории также составлена следующая дополнительная серия карт на основе литературных источников: Административная карта Хатлонской области, цифровая модель рельефа Вахшской долины, классификация уклон Вахшской долины, карта среднегодовой температуры воздуха, глубина залегания грунтовых вод, карта гравитационных процессов, карты процессов, связанных с деятельностью поверхностных вод и подземных вод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. ArcGIS Online. URL: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-online/overview>
2. EarthExplorer. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Дата обращения: 20.06.2020)
3. NextGIS. URL: <https://data.nextgis.com/ru/region/TJ/#regionlayers> (Дата обращения: 15.08.2019)
4. QGIS. Свободная географическая информационная система с открытым кодом. URL: <https://www.qgis.org/ru/site/>
5. SASGIS, Веб-картография и навигация. URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>
6. Антонов Ю.И., Антонова И.А., Денисова М.А., Русакова Г.Р., Колесник Н.И. Гидрогеологическое районирование орошаемых земель Юго-Западного Таджикистана для целей применения вертикального дренажа. Душанбе, 1966. 180 с.
7. Асоев Н.М. Эрозия и противозерозионные мероприятия в зоне орошаемого земледелия Таджикистана: Диссертация // Н.М. Асоев. Шарора, 2012. 419 с.
8. Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований. Москва, 1997. 163 с.
9. Благоволин Н.С., Пшенин Г.Н. Гравитационный фактор в развитии рельефа горных хребтов. Геоморфология, 1985, №4.
10. Бобоев М.Т. Альгофлора водоёмов и водотоков Южно-Таджикской депрессии. Диссертация, Душанбе, 2018. 327 с.
11. Бондаренко В.П., Гаранов А.П., и др. Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:50 000 массивов перспективного орошения в приустьевых частях долин рек Кафирниган и Вахш. Пос.Разведчик, 1967. 170 с.
12. В. В. Дмитриев, А. Н. Огурцов. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. Методы интегральной оценки устойчивости наземных и водных геосистем. Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2013. Вып. 3-УДК 504. 54 с.

13. Винниченко С.М., Таран Л.М., Малосаева Т.Ф., Петросян Г.О., Крамотин А.В. Отчет о результатах инженерно-геологических исследований для составления специализированной инженерно-геологической карты масштаба 1:100 000 к обоснованию схемы инженерной защиты Юго-Западного Таджикистана и бассейна р.Заравшан за 1981-1984 годы. Душанбе, 1987. 267 с.
14. Винниченко С.М., Таран Л.М., Малосаева Т.Ф., Петросян Г.О., Крамотин А.В. Отчет о результатах инженерно-геологических исследований для составления специализированной инженерно-геологической карты масштаба 1:100 000 к обоснованию схемы инженерной защиты территорий Вахш-Кафирниганской зоны за 1984-1987 году. Душанбе, 1987. 185 с.
15. Владимирова В. Н. Характеристика основных элементов климата / В. Н. Владимирова // В кн. Таджикистан (Природа и природные ресурсы). Душанбе: Дониш, 1982. с. 152-167.
16. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html>
17. Главное управление геологии при правительстве Республики Таджикистан // <http://www.gst.tj/kontakty.html>.
18. Государственная служба слежения за экзогенными геологическими процессами на территории юга Республики Таджикистан» на 2015-2019 гг. г. Вахдат, 2019. 38 с.
19. Грохольский Н. С. Научно-методические основы оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов. Москва, 2015. 135 с.
20. ГУГК при СМ СССР (Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР) (1984), Атлас по природным ресурсам Таджикской ССР.
21. Деструктивный рельеф как источник информации о геологическом пространстве. М., Недра, 1989.

22. Интегрированная оценка состояния окружающей среды Республики Таджикистан // Государственного Комитета по охране окружающей среды и лесного хозяйства Республики Таджикистан, 2006. 160 с.
23. Ищук Н.Р. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:200000 листов трапеций У42ХУП и У42ХХП // Отчет Таджикской геолого-съёмочной партии по результатам съёмочных работ, проведенных в 1987-1990 гг. Пос.Разведчик, 1990. 188 с.
24. Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. Гляциальная геология. «Недра», 1993.
25. Лаврусевич А.А. Некоторые особенности фрактального анализа псевдокарстового процесса в лёссах (на примере Яванской долины, Таджикистан) / А.А.Лаврусевич, В.С.Захаров, В.П.Хоменко // Инженерная геология. М. 2013 №2. с. 70-76.
26. Лим В.В. и др. Инженерно-геологическая карта условий развития экзогенных геологических процессов Таджикской ССР масштаба 1:500000. Фонды ГУГ при Правительстве РТ, 1984.
27. Московский экономический журнал № 1 2019. Анализ современных технологий дистанционного зондирования Земли. URL: <https://qje.su/naukiozemle/moskovskijekonomicheskijzhurnal1201968/>
28. Национальная Стратегия и План действий по сохранению биоразнообразия до 2020г. Республика Таджикистан. Душанбе, 2016. 176 с.
29. Обзоры результативности экологической деятельности Таджикистан. Третий обзор. НьюЙорк и Женева 2017. 498 с.
30. Опасные природные явления в Таджикистане. Душанбе 2018. 35 с.
31. Патерсон Ю. С. Б. (1984) Физика ледников. М., «Мир», 1984. 471 с.
32. Преснухин В.И., Покидышев С.А., Ищук Н.Р., Природные ресурсы Таджикской ССР. Инженерная геология. Экзогенные геологические процессы и явления. ГУГК СССР, 1984.
33. Преснухин В.И., Петросян Г.С., Романов О.А., Ниязов Р.А., Сапов О.П. Закономерности распространения и развития экзогенных геодинамических

- процессов на территории Таджикистана // Отчет Инженерно-геологической партии за 1966-1970 гг. Пос.Разведчик, 1971. 246 с.
34. Прогноз развития экзогенных геологических процессов по территории Российской Федерации на 2018 г. Москва, 2017. 67 с.
35. Путеводитель инвестора. Хатлонская область Республики Таджикистана. Хатлон, 2018. 53 с.
36. Пьянков С.В., Некрасов А.В., Шавнина Ю.Н. Использование геоинформационных систем и технологий при решении пространственных задач. Пермь, 2007. 159 с.
37. Рамочный документ по охране окружающей среды и социальным вопросам (РДООССВ) // Республика Таджикистан проект по повышению социально-экономической устойчивости. 15 апреля 2019 г. 161 с.
38. Руководство, по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан. Душанбе, 2011. 161 с.
39. Руководство по снижению риска наводнений в Таджикистане // Часть 1: Руководство по управлению наводнениями. Доктор Хьюберт Лохр, 28 марта 2018 года. 214 с.
40. Руководство, по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан. Душанбе, 2011. 71 с.
41. Садриддинов А.А. Горные почвы // Таджикистан: Природа и природные ресурсы. Душанбе: Дониш, 1982. с. 330-340.
42. Самарина В.С., Собакин О.Н., Мартынова и др. Гидрогеологические условия Южно-Таджикской депрессии // Отчет Кангуртской гидрогеологической партии за 1956-1961 гг. Душанбе-Ленинград, 1961. 307 с.
43. Сафаров Н. Национальная Стратегия и План действий по сохранению и рациональному использованию биоразнообразия. Душанбе, 2003. 222 с.
44. Сафаров Н.М. Национальный план действий по охране окружающей среды Республика Таджикистан. Душанбе, 2006. 158 с.
45. Сафаров Н.М. Первое Национальное сообщение по сохранению биоразнообразия Республика Таджикистан. Душанбе, 2003. 98 с.

46. Сафаров Н.М. Растительность Центрального Памиро-Алая (флористический состав, фитоценология, вопросы районирования). Диссертация. Душанбе, 2017. 451 с.
47. Селезнева, Н. В. Сравнительный анализ альгофлоры водоёмов Лесостепной зоны Русской равнины / Н. В. Селезнева // Бот. журн, 2007. Т. 92. №4. С. 457-468.
48. Серякова Н.С., Меркулова В.И. Составление рабочих макетов специальных гидрогеологических и инженерно-геологической карты масштаба 1:200 000. Пос.Разведчик, 1976. 134 с.
49. Станюкович К.В. Растительность высокогорий СССР / К.В. Станюкович // Труды АН ТаджССР. 1960. Т.1. 170 с.
50. Учебные материалы для студентов. URL: https://studme.org/346154/ekologiya/metodiki_rascheta_integralnogo_riska_stroitelstve_inzhenernyh_obektov
51. Сулим Т.В., Майтала Т.М., Меркулова Г.М., Костюченко А.П. Составление карты гидрогеологического и инженерно-геологического районирования для мелиорации масштаба 1: 50 000 по Юго-Западного Таджикистана (Вахшская долина). Душанбе, 1979. 125 с.
52. Третье Национальное Сообщение Республики Таджикистан По Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Душанбе, 2014. 168 с.
53. Шомахмадов А.М. Основные угрожающие стихийные бедствия Таджикистана (краткая характеристика, анализ, мониторинг, система подготовки, управления и т.д.) // Сборник трудов Информационно-Аналитического Центра (ИАЦ) Комитета по ЧС и ГО при Правительстве Республики Таджикистан (2005-2009 гг.). Душанбе, 2010. 538 с.
54. Шульц В. Л. Реки Средней Азии / В. Л. Шульц. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 692 с.