

РУКОВОДСТВО ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА НАВОДНЕНИЙ В ТАДЖИКИСТАНЕ





*Empowered lives.
Resilient nations.*

Часть I: Руководство по управлению наводнениями

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Этот документ был подготовлен с целью оказания поддержки Правительству Таджикистана в рамках Программы управления рисками стихийных бедствий (УРСБ) Программы развития ООН (ПРООН). ПРООН оказывает помощь стране в проведении общенациональной оценки рисков стихийных бедствий, отборе и реализации мер по снижению этих рисков, улучшении планирования раннего оповещения и управления стихийными бедствиями, обеспечения готовности и реагирования в случае стихийных бедствий, а также в укреплении потенциала поисково-спасательных групп.

Автор хотел бы поблагодарить группу ПРООН в Таджикистане за оказанную поддержку, вклад и ответственное отношение. Дискуссии и встречи, проведенные в Душанбе и во время полевых поездок, имели неоценимое значение для подготовки данного руководства.

Особую благодарность выражаем сотрудникам ПРООН Мичихиро Танабе, Илхому Сафарову и Фирдавсу Файзуллоеву за их приверженность и активное участие в предоставлении автору необходимой информации и данных, а также за оказанную помощь в организации и проведении встреч. Большой благодарности заслуживает г-н Келли, консультант ПРООН в Таджикистане по управлению рисками, за его вклад в разработку организационной и институциональной рамочной программы по борьбе с наводнениями в стране. Также выражается благодарность партнерам по проекту за их помощь и вклад в предоставлении примеров передовой практики, в частности из АКТЕД (ACTED), КЭМП Табиат, Итальянской международной гуманитарной организации (CESVI), Германской агроакции (Welthungerhilfe) и Германского общества по международному сотрудничеству (GIZ).

И наконец, что не менее важно, благодарности заслуживает также д-р Майкл Бах из консалтинговой компании САЙДРО (SYDRO), который помогал автору в компилировании программного и аппаратного обеспечения и поделился своим опытом в концептуализации борьбы с наводнениями с применением эко-системных мер.

28 марта 2018 года
Доктор Хьюберт Лохр

Содержание

1	КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ НАВОДНЕНИЯМИ.....	2
2	ОБЗОР ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ И СИТУАЦИИ ПО НАВОДНЕНИЯМ В ТАДЖИКИСТАНЕ	3
2.1	Наводнения.....	5
2.2	Риск наводнений.....	6
3	ДАННЫЕ И ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ.....	9
3.1	Официальные данные и источники данных	9
3.2	Данные и источники данных из интернета	9
3.3	Как определить течение воды на местности, где не проводились наблюдения	15
3.4	Управление собственными данными	15
3.5	Достоверность данных.....	19
4	ДЕЙСТВИЯ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ	20
4.1	Идентификация опасности	21
4.2	Классификация торрентов (стремительных потоков воды).....	22
4.3	Оценка риска	27
4.4	Карты риска паводковых явлений	30
4.5	Расчетные паводки	32
4.6	Выбор соответствующих мер	32
5	СТРУКТУРНЫЕ И НЕСТРУКТУРНЫЕ МЕРЫ	37
5.1	Управление водосборным бассейном.....	37
5.2	Меры по регулированию бурных потоков и стабилизация русла рек	41
5.3	Планирование землепользования и снижение риска	61
6	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	63

Рисунки

Рисунок 1	Карта Таджикистана	3
Рисунок 2	Распределение температуры и атмосферных осадков по месяцам (Всемирный Банк, 2017) ...	3
Рисунок 3	Аномалии температуры на поверхности земли с 1910 по 2015 г., рассчитанные на основе данных Всемирного банка (Всемирный банк, 2017)	4
Рисунок 4	Годовой расход воды км год на станциях ИЦГС (Информационный центр ВМО по глобальному стоку, 2017)	5
Рисунок 5	Случаи гидрогеологических инцидентов в стране (источник (АЦРСБ, 2006)	6
Рисунок 6	Оценка 100 летнего периода повторяемости паводков, фрагмент карты Таджикистана из Глобальной платформы по риску данных (ЮНЕП, 2013)	6
Рисунок 7	Оценка риска оползней в Таджикистане (ЮНЕП, 2013)	7
Рисунок	Речная сеть и склоны, взято из 90 (топография)	7
Рисунок 9	Гидрологические особенности, связанные с наводнениями, эрозией, оползнями и селями	
Рисунок 10	Сетка землепользования по видеоспектрометру с разрешением 500 м	13
Рисунок 11	Процедура планирования действий (взято из ФУОС, 2016)	22
Рисунок 12	Пример карты обзора наводнений, составленной на основе информации о событиях за прошлые годы	2
Рисунок 13	Соотношение вероятности и ущерба по различным мерам	29
Рисунок 14	Карта зон затопления с глубиной воды, классифицированной по 5 классам	30
Рисунок 15	Карта скорости течения с указанием риска вымывания	30
Рисунок 16	Карта времени прибытия потока с указанием времени для подготовки	31
Рисунок 17	Карта действий во время наводнения и мер готовности в чрезвычайных ситуациях (Консалтинговая компания САЙДРО, 2017)	31
Рисунок 1	Характеристика водосборного бассейна в свете возможных проектных мероприятий	33
Рисунок 19	Противопаводковая насыпь из свободно собранных камней (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 19 6) и (Сенг, 2011)	43
Рисунок 20	Противопаводковые плотины из валунов (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 19 6)	44
Рисунок 21	Противопаводковые плотины габионы	45
Рисунок 22	Противопаводковые плотины габионы	45
Рисунок 23	Силы, воздействующие на габионные плотины, модифицировано согласно Ллано, 1993	46
Рисунок 24	Цепочка мер, модифицировано в соответствии с Римбок А., 2015	49
Рисунок 25	Типы открытых барьеров (Якоб и Хангр, 2005)	50

Таблицы

Таблица 1	Пример наблюдения за количеством дождевых осадков	15
Таблица 2	Пример проведения наблюдений за снежным покровом	16
Таблица 3	Пример наблюдений за уровнем воды	1
Таблица 4	Коэффициенты среднего уровня водопроницаемости почвы водосборного бассейна () по различным типам почвы (Дворак и Новак, 1994)	25
Таблица 5	Коэффициент предрасположенности водосборного бассейна к эрозии (Дворак и Новак, 1994)	25
Таблица 6	Классификация потоков по их торрентальности (степень стремительности потока) (Дворак и Новак, 1994 г.)	26
Таблица 7	Уровень защиты (расчетные паводки), по работе Дворака и Новака, 1994г.	32
Таблица	Выбор мер, согласно отчета Якоба и Хангра, 2005, (ВФДП, 2016), (ВФДП, 2016)	34

Руководство по управлению наводнениями в Таджикистане

Информация о документе

Проект	Укрепление потенциала снижения риска бедствий и реагирования
Страна выполнения проекта	Таджикистан
Документ	Руководство по снижению риска наводнений в Таджикистане
Дата	2 .03.201
Консультант	Д р Инг. Хьюберт Лохр
Финансирующая организация	Правительство Японии, ПРООН Таджикистан

1 КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ НАВОДНЕНИЯМИ

Таджикистан – это страна, подверженная наводнениям, где часто происходят наводнения и другие, сопряженные с этим опасные явления, такие как оползни и сели. На страну регулярно обрушиваются как речные наводнения, так и ливневые паводки, для борьбы с которыми необходимо применение комплексного и целостного подхода. При таком подходе управление водосборными бассейнами и наводнениями, охрана окружающей среды и меры по смягчению последствий наводнений рассматриваются, как единое целое, а не как отдельные виды деятельности.

Паводковые явления на прибрежных территориях основных рек и в поймах рек вызывают наводнения. Эти проблемы часто представляют национальный интерес, поскольку наносится ущерб большим территориям и важнейшим объектам инфраструктуры. В более мелких притоках, в долинах с крутыми склонами в гористых водосборных бассейнах, со скудным растительным покровом в верховьях рек встречаются такие проблемы, как деградация земель из-за эрозии, внезапных наводнений, оползней и селевых потоков. Этим явлениям, часто из-за их меньшего географического охвата, не уделяется достаточно внимания и оказывается меньше поддержки. Вдобавок к тому, что нет достаточно данных, времени и ресурсов, также не определены конкретные шаги, которые необходимо предпринять в отношении процедур планирования борьбы с наводнениями. С другой стороны, эти явления часто имеют очень разрушительные последствия.

В этом документе рассматриваются эти притоки и сопряженные с ними проблемы с наводнениями, и предоставляется рамочная программа действий по борьбе с наводнениями.

В прошлом защита от наводнений часто была связана исключительно со структурированными, техническими мерами, также называемыми серыми мерами. В последние годы решения, основывающиеся на охране природы, вызывают интерес во всем мире, и они были признаны в качестве недорогих альтернатив или дополнительных мер, которые, в отличие от серых мер, оказывают действие даже при отсутствии опасных явлений.

Данное Руководство по управлению наводнениями основано на Зеленом руководстве по борьбе с наводнениями (ЗРБН), разработанном Всемирным фондом дикой природы (ВФДП, 2016) и оптимизированном в соответствии с требованиями Таджикистана. Оно разработано для оказания помощи специалистам по борьбе с наводнениями, руководящим органам, сообществам, инженерам и практикам, которые участвуют в борьбе с наводнениями и смягчении последствий наводнений. Кроме того, в этом документе предпринята попытка консолидировать меры, предпринимаемые различными НПО, которые вовлечены в принятии решений, основанных на охране окружающей среды в Таджикистане.

Данное руководство подразделяется на три части.

Часть I Руководство по управлению наводнениями (данный документ)

Часть II Гидрологические расчеты с пошаговыми примерами

Часть III Примеры наиболее передовых методов управления

Часть I – это Руководство по управлению наводнениями, где представлен краткий обзор по наводнениям в Таджикистане. 3-й раздел посвящен наличию и доступности данных. Этот раздел также предназначен для помощи тем, кто хочет использовать общедоступные источники данных.

Часть II предназначена для тех, кто хочет следить за процессом оценки интенсивности дождей, пиков паводков, объема наводнений и анализа направления потоков воды. Здесь также представлены примеры практической работы в области гидрологии и гидравлики, которая может быть полезной в контексте борьбы с наводнениями и разработке мер с учетом скудных разбросанных данных.

В Части III дается обзор примеров передовых методов управления, которые уже были внедрены в Таджикистане.

Данный документ не заменяет существующие правила и стандарты и не предоставляет полный набор гидрологических, геологических, геотехнических, структурных и нормативных основ, необходимых для разработки и реализации необходимых мер.

2 ОБЗОР ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ И СИТУАЦИИ ПО НАВОДНЕНИЯМ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Площадь Таджикистана составляет 141 30 км. Рельеф поверхности состоит из некоторых низменностей и равнин на западе и на юге, которые простираются в направлении Афганистана и Узбекистана и вдоль Сырдарьи на севере. Однако большая часть страны это высокие и труднопроходимые горы, поднимающиеся до высоты более чем 7000 м над уровнем моря (пик Исмоила Сомони). Столица страны г. Душанбе, расположенный на западе страны.



Рисунок 1 Карта Таджикистана

Граница страны к югу обозначена рекой Пяндж, которая формируется из рек Бартанг и Памир. Река Зеравшан, протекающая прямо с востока на запад, является отличительной гидрологической особенностью на севере и для того, чтобы достичь северной части Таджикистана, эту реку необходимо пересечь. Ледники в горах Таджикистана являются основным источником поверхностных стоков воды в пределах Таджикистана и Аральского моря.

По данным ФАО (2017 г.), годовое количество осадков достигает 690 мм год, распределяемое в течение месяца, как это показано на рисунке 2.

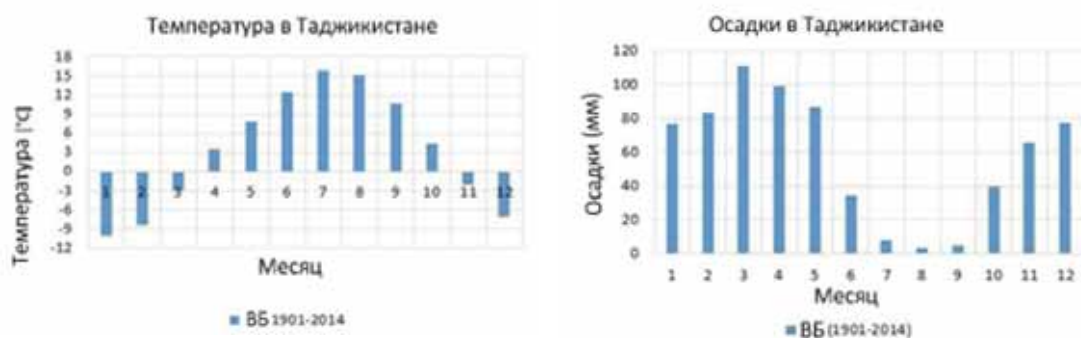


Рисунок 2 Распределение температуры и атмосферных осадков по месяцам (Всемирный Банк, 2017)

Как и во многих других странах, в Таджикистане отмечается тенденция к потеплению средней температуры в январе-декабре, которая за все предыдущие 19 лет была выше среднего значения, протекшего долгое время, основанного на показателях за 1910-2000 гг.

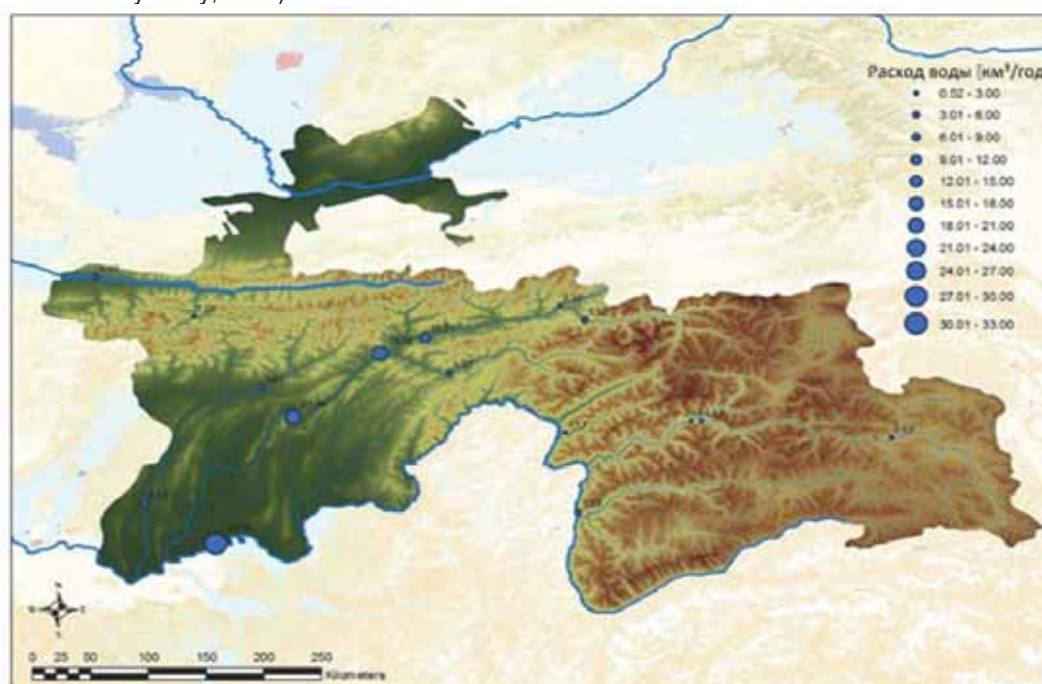


Рисунок 3 Аномалии температуры на поверхности земли с 1910 по 2015 г., рассчитанные на основе данных Всемирного банка (Всемирный банк, 2017)

Общее количество поверхностных вод, генерируемых в стране, составляет до 60,5 км³ год, только 6 км³ год просачиваются сквозь землю и пополняют запасы подземных вод. При преобразовании среднегодового количества осадков в км³ год, средний годовой коэффициент осадки-сток оказывается очень высоким и составляет 60. Среднегодовой приток воды в страну оценивается в размере 34,2 км³ год, а средний годовой отток воды — до 94,7 км³ год.

Подсчет постоянных годовых возобновляемых водных ресурсов вместе с подземными водами составил примерно 22 км³ год. В заключение необходимо отметить, что Таджикистан богат водными ресурсами, но в стране низкий потенциал естественного хранения водных ресурсов, за исключением ледников. Если глобальное потепление будет прогрессировать, и ледники будут сокращаться, непосредственный сток воды увеличится и для использования водных ресурсов потребуется больше усилий. Все данные взяты из подборки данных ФАО, Аквастат Таджикистан, 2017г.

Рисунок 4 Годовой расход воды км³ год на станциях ИЦГС (Информационный центр ВМО по глобальному стоку, 2017)



2.1 Наводнения

Таджикистан подвергается многим видам стихийных бедствий, которые могут быть прямо или косвенно связаны с наводнениями. Речные паводки случаются вдоль более крупных водотоков, а паводочные стоки разливаются и затопляют прилегающие территории. Продолжительность периода паводков зависит от размера водосборного бассейна и может варьировать от нескольких часов до нескольких дней. В Таджикистане речные паводки происходят либо весной после проливных дождей, либо во время таяния снегов летом.

Внезапные бурные паводки и наводнения возникают в результате сильных дождей в узких долинах и являются особенно разрушительными. Времени для предупреждения о бедствии почти нет, особенно в долинах с крутыми склонами. Уровень воды может подняться в течение нескольких минут и быстро отступить. Внезапные наводнения обладают высоким энергетическим потенциалом и часто приносят осадочные отложения. Внезапные наводнения предсказать крайне сложно. Дождевые ячейки часто локально ограничены и их формирование невозможно ни предсказать, ни проследить с достаточной точностью. Ливневые паводки переходят в селевые потоки, грязекаменные потоки и потоки гранулированного материала с увеличивающимся содержанием наносов.

Согласно данным Азиатского центра по снижению риска стихийных бедствий (АЦРСБ, 2006), юго восточные склоны Гиссарского хребта, северные склоны Туркестанского хребта и южные склоны Кураминского хребта это районы с наибольшей паводковой активностью, особенно в бассейнах рек Яхсу, Варзоб, Вахш, Зеравшан и Обихингоу.

Селевые (грязевые) потоки часто наблюдаются в предгорьях и горных районах Таджикистана. Помимо проливных дождей, как основной причины, возникновение селей также связано с перекрытием водотоков оползнями и ледниками, и накоплением рыхлых грубообломочных пород на склонах гор и в каналах водотоков.

Самые крупные сели, произошедшие в Таджикистане, это в Гармском районе (села Ялдамич и Навди) в 1969 и 199 годах Пенджикент (джамоат Шинг), Тавильдара (Лангар), Нурек (Навдех) в 199 году (данные АЦРСБ, 2006).

Основной причиной схода лавин в Таджикистане становится свежеснежавший снег. Большое количество свежеснежавшего и еще неуплотненного снега, вероятно, может прийти в движение. Кроме того, граница соприкосновения между свежеснежавшим и старым снегом довольно нестабильная и имеется тенденция образования скользящих плоскостей. Большинство лавин наблюдается в феврале и марте (АЦРСБ, 2006). На данной карте показаны наиболее опасные гидрогеологические процессы (наводнения и сели, оползни, камнепады и лавины), зарегистрированные по всей стране.

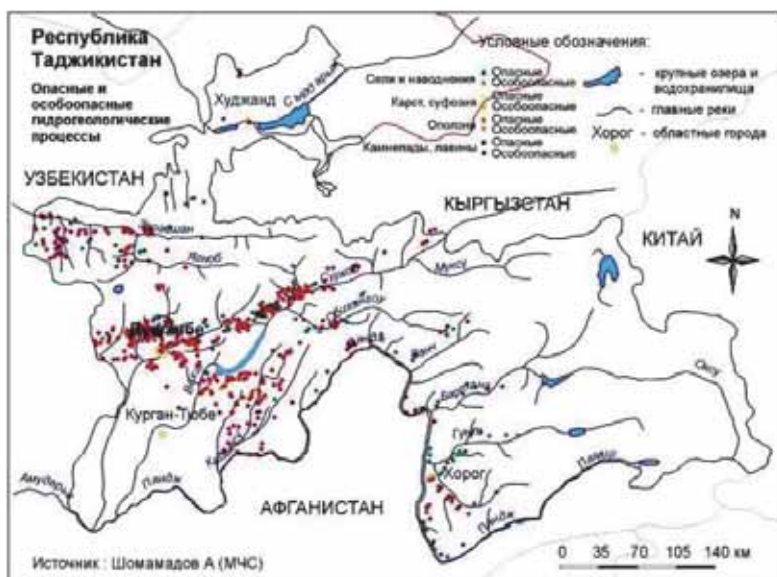


Рисунок 5 Случаи гидрогеологических инцидентов в стране (источник АЦРСБ, 2006)

2.2 Риск наводнений

В рамках ЮНЕП была создана Глобальная платформа по риску данных (ЮНЕП, 2013), охватывающая весь мир и предоставляющая зоны риска затопления по разным периодам повторяемости. На рисунке 6 показан фрагмент территории Таджикистана с зоной риска затопления со 100 летним периодом повторяемости.

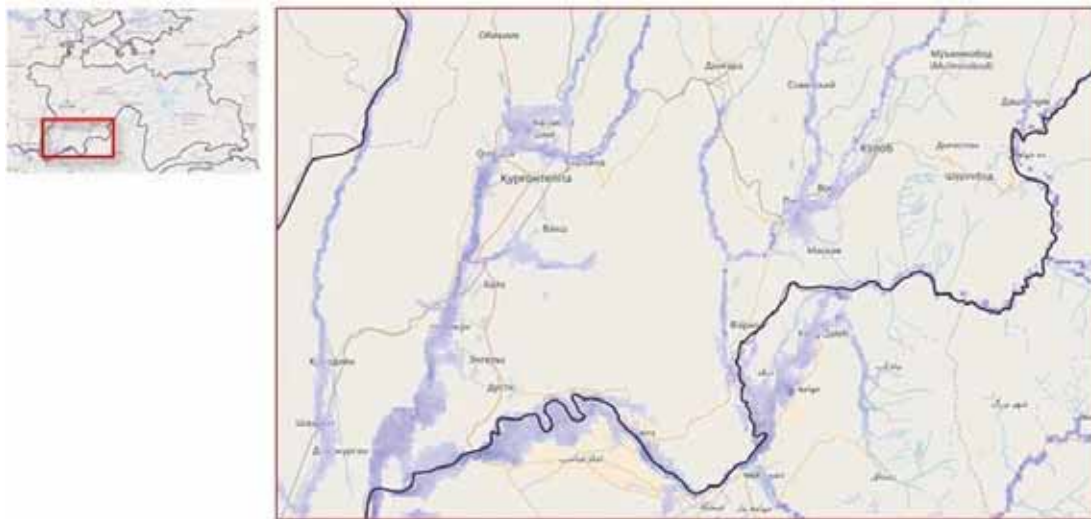


Рисунок 6 Оценка 100 летнего периода повторяемости паводков, фрагмент карты Таджикистана из Глобальной платформы по риску данных (ЮНЕП, 2013)

На рисунке 7 показана оценка риска оползня, также полученная из платформы ЮНЕП, 2013.

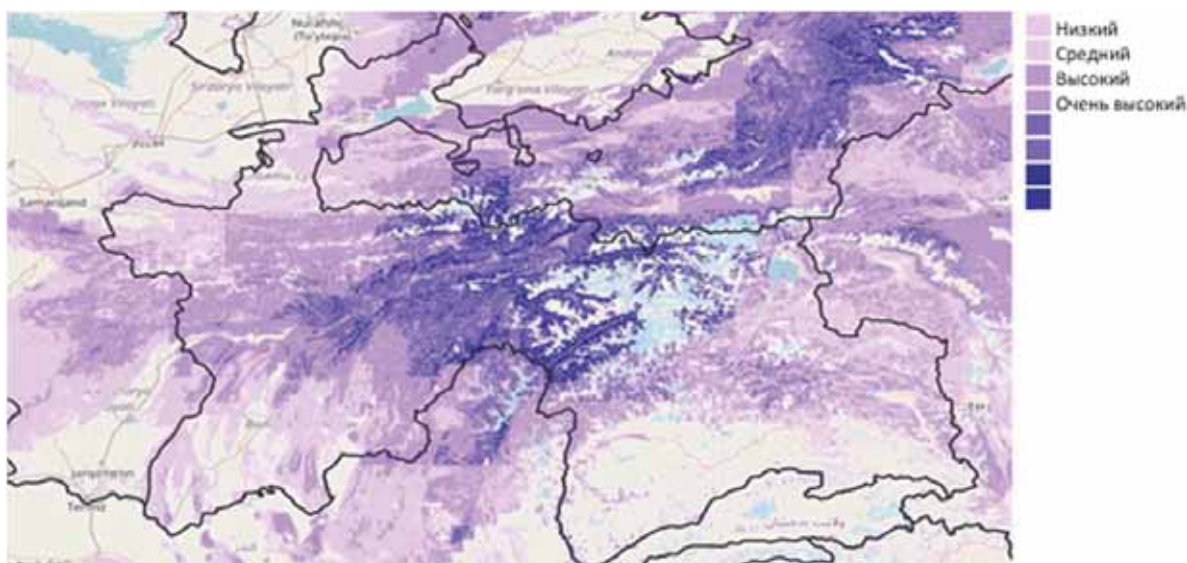


Рисунок 7 Оценка риска оползней в Таджикистане (ЮНЕП, 2013)

В Таджикистане имеется ряд крупных рек и бесчисленное множество небольших притоков и ручьев. Поскольку широкомасштабные мероприятия по борьбе с наводнениями осуществляются на национальном уровне при поддержке банков по развитию, в решении проблем наводнений на небольших притоках и водотоках, особенно в долинах, расположенных перпендикулярно к рекам и подверженных риску внезапных наводнений и селей, оказывается меньше поддержки. Это типичное направление работ для НПО и международных организаций по развитию (см. Часть 3).

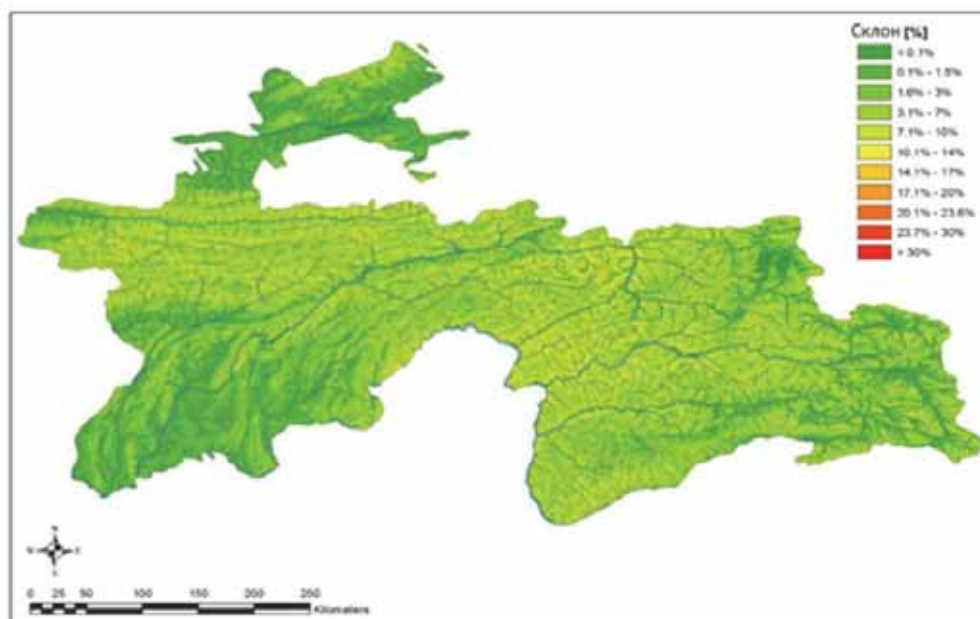


Рисунок Речная сеть и склоны взято из 90 (топография)

Карта речной сети иллюстрирует несчётное количество небольших водосборных бассейнов и долин. Основные компоненты, которые способствуют поверхностному стоку воды и, таким образом, образованию паводков в такой местности, как Таджикистан, можно обобщить следующим образом

- Крутые склоны
- Скудный растительный покров
- Менее водопроницаемые и неглубокие почвы

Эти факторы в сочетании с неблагоприятными геологическими условиями, такими как глиссады (плоскости скольжения), создают предпосылки для стихийных бедствий, таких как наводнения, оползни и селовые потоки. Эти факторы риска еще больше усугубляются, когда на первое место выходят антропогенные факторы, такие как изменения в землепользовании, применение нецелесообразных дренажных структур, чрезмерный выпас скота и последствия урбанизации. Кроме того, изменение климата приводит к увеличению количества очень интенсивных ливней и, таким образом, способствует возникновению внезапных наводнений, эрозии, оползней и селей.

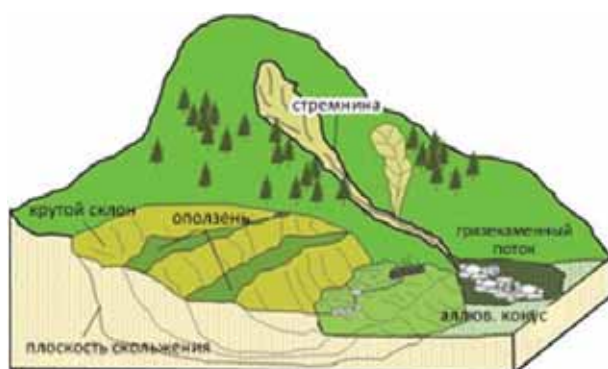


Рисунок 9 Гидрологические особенности, связанные с наводнениями, эрозией, оползнями и селями

Вопрос в том, в какой степени можно смягчить последствия стихийных бедствий и подготовиться к ним в подверженной стихийным бедствиям среде, такой как Таджикистан. Чтобы приступить к успешной борьбе с наводнениями и паводками, необходимо рассмотреть четыре основополагающих элемента

- Дизайн
- Мониторинг
- Осуществление деятельности
- Подготовленность

Нереально полагать, что можно достичь 100 % защиты от наводнений, а также связывать защиту от наводнений только с традиционно разработанными жесткими мерами. Решения, принимаемые с учетом экосистем, приобрели широкий интерес в связи с низкими затратами, необходимыми на внедрение, их адаптивного характера и того факта, что они оказывают действие даже при отсутствии опасностей.

3 ДАННЫЕ И ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Цель этой главы состоит в предоставлении информации о данных и источниках данных, которые необходимы при планировании борьбы с наводнениями и паводками и разработке необходимых мер. За мониторинг и предоставление данных в стране отвечают различные департаменты и организации. Вдобавок ко всему, огромное количество полезной информации можно найти бесплатно в интернете, что помогает повысить эффективность борьбы с наводнениями и паводками. Упомянутые данные используются в части Руководства по борьбе с наводнениями и паводками.

3.1 Официальные данные и источники данных

Что касается гидрометеорологических данных, то в стране существует один центр сбора данных, а именно Государственное агентство по гидрометеорологии Республики Таджикистан (_____).

Государственное агентство по гидрометеорологии предоставляет услуги в области гидрометеорологии. Агентство выполняет следующие функции

- принимает участие в реализации единой национальной политики в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения окружающей среды
- готовит статистические отчеты на национальном уровне в области гидрометеорологии и предоставляет данные вышестоящим органам
- координирует в установленном порядке создание и ведение системы комплексного мониторинга окружающей среды.
- выполняет национальные обязательства в области гидрометеорологии

В частности, в основном два агентства являются ответственными за мониторинг, сбор данных, обработку и предоставление данных. Что касается предоставления данных, они предоставляются по требованию, что означает, что для получения данных, как правило, в агентства должны быть направлены запросы в письменной форме. За получение данных взимается плата, в зависимости от количества запрошенных данных (январь 201 г.).

Агентство Гидрометеорологии – гидрологический отдел

Задача гидрологического отдела состоит в наблюдении за речными потоками и ведении записей, а также руководство наблюдательной сетью, состоящей из 96 гидропостов, 5 из которых функционируют в настоящее время. Все станции ведут учет уровня воды. Расход воды рассчитывается примерно на половине станций с помощью кривой по расходу уровню воды.

За период с 1930 по 1990 год имеются бесперебойные данные о расходе и уровне воды. Пробелы в данных отмечаются с 1990 года. Данные передаются в департамент в аналоговой форме. Информацию о станциях в режиме реального времени или почти реального времени получить невозможно. Запросы, касающиеся отдельных гидропостов, должны предоставляться в письменной форме. Помимо предоставления временного ряда данных, департамент также предоставляет статистический анализ, такой как частотный анализ.

Агентство Гидрометеорологии - метеорологический отдел

Метеорологический отдел собирает, архивирует и оценивает метеорологические данные. В стране функционируют 54 метеостанции, которые осуществляют мониторинг температуры, дождей, влажности и глубины снежного покрова. Записи передаются в департамент в аналоговой форме и затем в департаменте переводятся в цифровую форму.

Мониторинг проводится более интенсивно в период с марта по август. Помимо временного ряда данных, по запросу можно получить данные по классификации глубины дождевых осадков относительно зоны затопления, по указанным станциям или районам.

3.2 Данные и источники данных из интернета

3.2.1. ГИС

Обязательным условием работы с цифровыми данными является географическая информационная

система (ГИС). В настоящее время использование ГИС стало распространенной практикой. КюГИС

(квантовая ГИС) это отличная ГИС система, она бесплатная и поддерживается огромным сообществом пользователей. Более подробную информацию о КюГИС можно найти и загрузить по этому адресу [.КГИС.](#)

3.2.2 Цифровая модель местности (ЦММ)

Цифровая модель местности (ЦММ) крайне необходима для работы по борьбе с наводнениями и паводками и сопряженными с этим вопросами. Обычно ЦММ представляет собой обычную сетку из ячеек. Каждая ячейка сетки представляет среднее значение возвышенности рельефа, указываемое под ячейкой. ЦММ характеризуется разрешением, которое является масштабом каждой ячейки сетки. Чем меньше ячейки, тем лучше представлен фактический рельеф.

Благодаря спутниковым технологиям весь мир охвачен ЦММ размером 90х90 м, а с 2014 года размером 30х30 м. С помощью радарной топографической съемки (РТС) НАСА были подготовлены данные и предоставлены на бесплатной основе. Чтобы больше узнать о миссии РТС, посетите, пожалуйста, сайт [2. . .](#)

Данные можно получить из различных источников. Спутник для исследования земли Геологической службы США () представляет собой интернет портал, с которого можно загружать данные РТС. Адрес в интернете [. . .](#)

Для загрузки требуется регистрация и разрешается выбрать область. РТС 90 м обозначается как 3 секундная дуга, а в РТС 30 м как данные 1 секундной дуги.

3.2.3 Климатические условия

Информация о климате имеет важное значение для борьбы с наводнениями и паводками. Осадки являются источником поверхностных стоков воды, а оценка глубины и интенсивности осадков, связанных с периодами повторяемости, составляет основу почти всех расчетов в отношении расхода воды и проектных паводков. Метеостанции разбросаны по всему Таджикистану, и пространственный охват разработан недостаточно хорошо. В данных по временной последовательности осадков, получаемых от наземных станций, часто имеются значительные пробелы, и временное разрешение в основном представлено дневными значениями.

Данные по станции Хабурабада до 1991 года можно загрузить здесь [53.](#)

Общедоступные источники данных об осадках из интернета основаны на спутниковых оценках. Они могут использоваться для получения данных с наземных станций или, при отсутствии каких-либо наземных станций, они являются единственным доступным источником. Однако, в спутниковых оценках атмосферных осадков очень много погрешностей и необходимо проверять их непосредственно данными наблюдений с наземных станций.

Вот основные источники данных

МИТО	Миссия по измерению тропических осадков (МИТО) совместный спутник НАСА и Японского агентства аэрокосмических исследований. Он был запущен в 1997 году для изучения количества осадков и исследования погодных и климатических условий. После более чем 17 лет продуктивного сбора данных, апреля 2015 года инструменты МИТО были отключены. Для бесперебойной работы с МИТО данные по прежнему генерировались до 201 года.
------	--

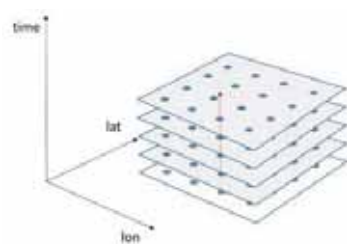
ГИО	Миссия по Глобальному измерению осадков (ГИО) – это международная сеть спутников, которые обеспечивают глобальные наблюдения нового поколения по измерению осадков в виде дождя и снега. Посредством улучшенных измерений осадков во всем мире миссия ГИО помогает, среди прочего, улучшить прогнозирование экстремальных явлений, вызывающих стихийные бедствия и природные катаклизмы, а также расширить нынешние возможности использования точной и своевременной информации об осадках, чтобы непосредственно принести пользу обществу.
Климатические сценарии уменьшенного масштаба	Пакет данных модели НАСА по глобальному обмену ежедневными прогнозами уменьшенного масштаба по земному шару () состоит из климатических сценариев уменьшенного масштаба по земному шару, которые получены на основе испытаний Модели общей циркуляции атмосферы (МОЦА), проведенных в рамках 5 этапа проекта сравнения связанных моделей () 5) и двух из четырех сценариев выбросов парниковых газов, известных как репрезентативные пути концентрации парниковых газов (РПКПГ). Испытания МОЦА в рамках 5 были разработаны для подготовки пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК 5). Набор данных включает в себя прогнозы уменьшенного масштаба для РПК 4.5 и РПК 5.5 из 21 модели и сценариев, для которых были разработаны и распространены ежедневные сценарии в рамках 5. Каждый из климатических прогнозов включает в себя данные о суточной максимальной температуре, минимальной температуре и количестве осадков за периоды с 1950 по 2100 год. Пространственное разрешение набора данных составляет 0,25 градуса (25 км x 25 км). Набор данных предназначен для того, чтобы помочь научному сообществу в проведении исследований воздействия изменения климата на местном и региональном уровнях, а также для улучшения понимания общественностью возможных будущих глобальных климатических моделей в пространственном масштабе отдельных административных центров, городов и водосборных бассейнов.
Климатические данные повторного анализа системы климатического прогнозирования (ПАСКП)	Повторный анализ системы климатического прогнозирования (ПАСКП) Национального центра экологических прогнозов (НЦЭП) был спроектирован и выполнен, как Глобальная система взаимодействия атмосферы океана земной поверхности айсбергов с высоким разрешением для того, чтобы дать лучшую оценку состояния этих взаимосвязанных областей за этот период. Текущий ПАСКП будет расширен в качестве оперативного продукта реального времени в будущем. Веб сайт позволяет загружать ежедневные данные ПАСКП (об осадках, скорости ветра, относительной влажности и солнечной энергии) в формате файла или для заданного местоположения и периода времени.

Внизу поясняется пример применения данных МИТО с 3 часовым разрешением.

1. **Загрузите** все 3 часовые файлы МИТО, начиная с 199 года, по вашей проектной области.
2. **Извлеките** все значения из всех точек сетки из всех загруженных файлов и отсортируйте их по датам. В зависимости от размера вашей области, результатом станет количества временных рядов атмосферных осадков с временным разрешением 3 часа.
3. **Распределите** временные ряды по лучшим и наиболее надежным ближайшим наземным станциям.
4. **Агрегируйте** 3 x часовые значения МИТО до дневных значений, чтобы подготовить коррекцию смещения.
5. **Отфильтруйте** выпадающие показатели от агрегированных значений МИТО в пределах дневных временных рядов, которые не имеют смысла.
6. **Проведите коррекцию смещения** по всем временным рядам на основе ежедневных значений. Существует ряд методик проведения коррекции смещения. Показанная внизу методика это квантильное отображение.
7. **Определите масштаб** исходных 3 часовых временных рядов МИТО с исправленными данными смещения за 1 день МИТО. При этом, после оценки общей глубины осадков каждого дня следует коррекция смещения, но внутреннее ежедневное распределение сохраняется.

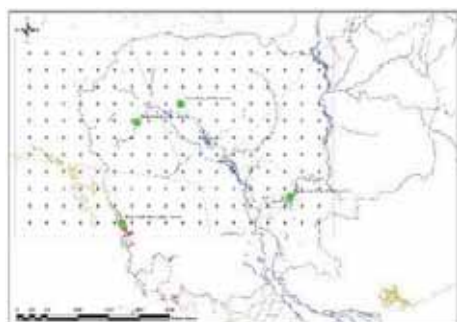
Ссылка приведена выше

Извлечение значений



Файлы МИТО идут с указанием географической долготы и широты. Необходимо извлечь значение из каждой ячейки сетки и добавить к временному ряду вдоль временной оси и соответствующих координат долготы широты.

Распределение ячеек сетки по наземным станциям

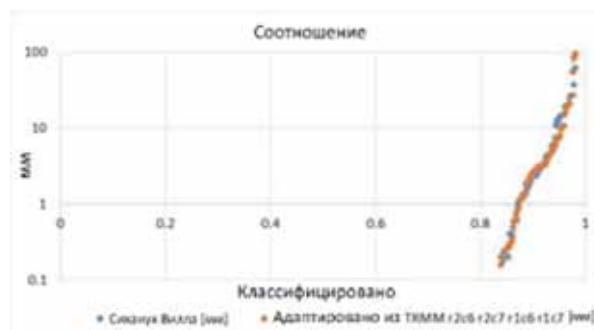
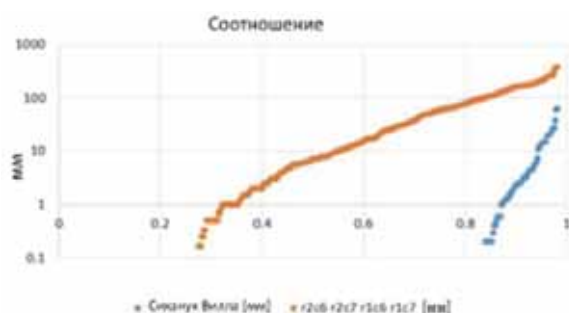


Агрегирование данных

Временные ряды с 3 часовым разрешением должны быть агрегированы до суточных значений путем сохранения общей суточной глубины осадков.

Проведение поправки на смещение

Значения наземных станций (синего цвета) и МИТО 1 (оранжевого цвета) должны быть отсортированы. Определяется масштаб значений МИТО, чтобы привести их в соответствие со значениями с наземных станций, основываясь на соответствующей вероятности превышения. Левое изображение показывает значения МИТО до коррекции смещения, правое изображение после коррекции смещения. Никаких осадков не выпадает в течение более 0 процентов времени на наземной станции. Вот почему синяя линия начинается примерно с 0, 2. Напротив, в соответствии со значениями МИТО только около 30 времени проходит без осадков и эти значения значительно выше наблюдаемых значений. После поправки на смещения диапазон МИТО настраивается на диапазон наземных станций. Следует отметить, что, несмотря на корректировку диапазона, при этом подходе все равно записи МИТО могут выходить за пределы наблюдаемого диапазона.



Масштабирование

Масштабирование 3 часовых исходных данных МИТО с соответствующими исправленными суточными значениями МИТО приводит их в соответствие с поправкой на смещение, но сохраняет 3 часовое разрешение.

3.2.4 Землепользование

Информация о землепользовании необходима для получения коэффициента поверхностного стока воды и требуется для гидрологических или гидравлических моделей. Информация о землепользовании приобретается на основании спутниковых наблюдений и имеет поразительное пространственное разрешение. Землепользование также охватывает запасы льда и снега.

ЕКА	Европейское космическое агентство (ЕКА) предлагает широкий спектр данных. Сайт позволяет применять фильтры для поиска по различным темам
Институт Геологической службы США по изучению растительного покрова	Этот сайт является хорошей стартовой точкой, чтобы увидеть, какие имеются данные о землепользовании. Пользователь может выбрать для загрузки данные, классифицированные по континентам.
Государство США (Геологическая служба США)	Глобальная климатология по растительному покрову на основе видеоспектрометра (Видеоспектрометр со средней разрешающей способностью) с разрешением 0,5 км. Эти данные описывают тип земного растительного покрова и основаны на данных за 10 летний период (2001 2010 гг.) из коллекции 5.1 12 1 данных по типу земного растительного покрова. Карта генерируется путем выбора классификации земного покрова по каждому пикселю с наибольшей общей достоверностью из данных за период 2001 2010 гг., как описано в работе Брокстон и др., 2014 г.. Данные были пересчитаны из синусоидальной сетки видеоспектрометра в обыкновенную широтно долготную сетку и карта состоит из 43200 6400 пикселей (соответствует разрешению 15 дуговых секунд).

На сайте _____ дается хороший обзор доступных данных и тех данных, получение которых можно ожидать.

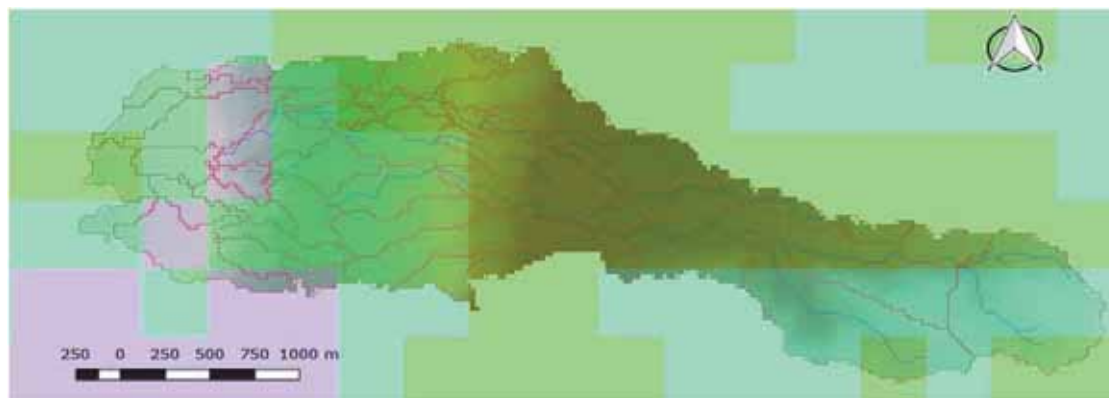


Рисунок 10 Сетка землепользования по видеоспектрометру с разрешением 500 м

Для небольших водосборных бассейнов разрешение видеоспектрометра на 0,5 км слишком неточное. В качестве альтернативы могут быть использованы и классифицированы спутниковые изображения. Вышеприведенный пример используется для демонстрации сетки землепользования.

3.2.5 Почвенный слой

На портале ФАО по почвенному слою представлена Мировая гармонизированная база данных по почвенному составу в растровой базе данных с частотой 30 дуговых секунд, которая содержит более 15 000 различных картографических единиц почвы и которая объединяет существующие региональные и национальные уточнения и обновления по информации о почве по всему миру (COTER База цифровых данных о почвах и землях, ЕОКИ Европейская организация космических исследований, Карта почвы Китая, ВИСЭ Всемирная информационная служба по энергетике) в соответствии с информацией, которая содержится в Почвенной карте мира ФАО ЮНЕСКО в масштабе 1 5 000 000 (ФАО, 1971 19 1 гг.). Итоговая растровая база данных состоит из 21600 строк и 43200 столбцов, которые взаимосвязаны с гармонизированными данными о свойствах почвы. Использование стандартизированной структуры позволяет связать атрибутивные данные с растровой картой, чтобы отобразить или запросить состав почвенного пласта и характеристики выбранных параметров почвы (органический углерод, , водоудерживающая способность, глубина почвы, катионообменная способность почвы и глинистых фракций, общие обменные питательные вещества, содержание извести и

гипса, процент обмена натрия, соленость, текстурный класс и гранулометрия). (Источник [.ФАО.](#) [12](#))

Тем не менее, такое разрешение недостаточно для нужд небольших бассейнов. Таким образом, данные о почве должны собираться на местном уровне или оцениваться на основе опыта, подкрепленного знаниями в области сельского хозяйства.

3.2.6 Спутниковые снимки

Польза спутниковых снимков очевидна, поскольку это обычно новейшие снимки и имеют высокое пространственное разрешение. Для того, чтобы использовать их в ГИС приложении их необходимо обработать.

Миссия Сентинел ЕКА	.Сентинел это Центр научных данных Сентинелз официальный центр загрузки данных наблюдательных спутников Европейского космического агентства. Наблюдательные спутники ЕКА это достойная альтернатива Ландсат. На этой странице рассказывается, как загружать данные наблюдательных спутников.
---------------------	--

На сайте [.Сентинел](#) дается хороший обзор доступных данных и разъясняется, как получить к ним доступ. После загрузки спутниковых снимков необходимо классифицировать снимки, если не рассматриваются уже классифицированные источники (см. 3.2.4). Классификация изображений это процесс присвоения классов земного покрова пикселям, например, разделение на лесные, городские, сельскохозяйственные и другие классы.

На сайте [.Сентинел](#) даются необходимые сведения по классификации изображений.

КюГИС (Квантовая ГИС) может быть дополнена плагинами. Существует огромный набор свободно доступных плагинов для нескольких целей. Классификация изображений поддерживается с помощью плагина, который можно найти здесь [.КГИС.](#) или здесь [.КГИС.](#)

3.2.7 Оценка эрозии

Источники данных, имеющих отношение к эрозии

Исследование поверхностного слоя почвы через (безлинзовый голографический микроскоп с широким полем зрения)		2009
Европейская база данных по почвенному слою		20
Наблюдения за поверхностью земли через (безлинзовый голографический микроскоп с широким полем зрения)		2012
База данных по эрозионности дождевых осадков в Европейском масштабе		
Программа КОРИНЕ (Программа по координации информации об окружающей среде в Европе) по растительному покрову, 2006		
Программа Коперник Ассоциации европейских университетов по дистанционному зондированию		
ЕВРОСТАТ (статистические данные по зерновым, земледелию, органическим отходам, покровным растениям)		
Надлежащие сельскохозяйственные и экологические условия (НСЭУ)		

Эти источники могут предоставить дополнительную информацию, с учетом того, что подробных данных по Таджикистану нет.

3.3 Как определить течение воды на местности, где не проводились наблюдения

Данные о расходе воды на местности, где не проводились наблюдения, обычно получают путем использования гидрологической модели. Поскольку такие модели в настоящее время недоступны, необходимо использовать более простые подходы. Обязательным условием для оценки течения является знание расхода воды на участке водосбора с аналогичными характеристиками.

Вот исходные предположения данного метода

Предполагается, что характеристика стока воды на участке, где не проводились наблюдения, равна или, по крайней мере, аналогична участку, на котором имеются записи об измерениях расхода воды.

Нет существенной регулируемой или сохраняющей воду инфраструктуры, которая влияет на расход воды.

Подход, предлагаемый без модели, называется методом пропорционального распределения площади. Для того, чтобы получить информацию о расходе воды на водосборном бассейне, где не проводились наблюдения, используется водосборный бассейн с аналогичными характеристиками. Расход воды на определенном участке рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{неизмер.}} = Q_{\text{измер.}} \cdot \frac{\text{Площадь}_{\text{неизмер.}} [\text{км}^2]}{\text{Площадь}_{\text{измер.}} [\text{км}^2]}$$

Возможно, имеются или были получены другие методы для оценки пикового или годового стока для некоторых районов в Таджикистане. Рекомендуется обратиться в Агентство по гидрометеорологии, Душанбе, чтобы узнать имеются ли более эффективные методы для конкретной проблемной области.

3.4 Управление собственными данными

Обычно, не всегда имеется достаточно информации и данных о наводнениях и паводковых явлениях, особенно не хватает достоверной информации по небольшим притокам. Было бы неплохо самостоятельно принимать участие в проведении наблюдений, чтобы изучить и понять гидрологический режим водосборного бассейна. Поэтому, данное руководство рекомендует читателям стать добровольными и активными наблюдателями гидрометеорологических параметров. Таким образом, структурированное ведение заметок по гидрометеорологии повышает осведомленность о естественных процессах и в то же время может помочь инженерам, сообществам, учреждениям и специалистам по борьбе с наводнениями в их работе по устранению пробелов в имеющихся данных.

В наши дни, вести наблюдения достаточно легко с помощью мобильных телефонов, оснащенных камерами, и различными видами более или менее полезных приложений. Хотя наблюдения, проведение которых здесь рекомендуется, могут не соответствовать стандартам Всемирной Метеорологической Организации, они все же могут предоставить ценную информацию и пролить свет на гидрометеорологическую ситуацию районов, которые в противном случае остаются совершенно незамеченными.

Атмосферные осадки:

Инструкция по измерению осадков даны в отчете ФАО за 1999 год. Как бы то ни было, даже без использования дождемера, ведение заметок об атмосферных осадках с объяснением их интенсивности, является ценным вкладом. Ниже приводится примерная таблица для ведения простых наблюдений за атмосферными осадками

Таблица 1 Пример наблюдения за количеством дождевых осадков

Дождевые осадки		Заметки	Местоположение	Наблюдатель	Дождевые осадки глубина
Начало	Конец				
14 марта 201 07 30	14 марта 201 12 00	Высокая интенсивность дождя от 10 00 до 10 30, остальное время интенсивность дождя низкая	Координаты местоположения, например с мобильного телефона	Имя, номер мобильного телефона и адрес наблюдателя	Приблизительно не более л м ³ (если оценка может быть дана)

Снег:

Измерение снежного покрова так же важно, как и измерение количества атмосферных осадков в Таджикистане. Самым простым способом измерения снежного покрова является использование белой доски с линейкой. Доска должна быть снабжена флажками, чтобы ее можно было легко найти после снегопада. Лучше использовать белые цвета, чем темные, чтобы избежать оплавления, потому что темные цвета поглощают больше радиации. После выпадения снега, можно использовать линейку (чем длиннее, тем лучше), чтобы измерить глубину снега. Место для измерения глубины снежного покрова должно быть расположено вдали от зданий или других объектов, так как они излучают больше тепла и могут вызвать снежные наносы.



Источник



75 19

Очевидно, что этот метод дает возможность измерить только глубину снега, что не соответствует водному эквиваленту снега. Чтобы получить водный эквивалент, снег необходимо растопить и записать полученное количество воды. Проведение наблюдения один раз в день считается достаточным.

Таблица 2 Пример проведения наблюдений за снежным покровом

Показание	Заметки	Местоположение	Наблюдатель	Глубина снега	Фото
14 марта 201 0 52	Снег все еще идет, температура 0	Координаты местоположения, например с мобильного телефона	Имя, номер мобильного телефона и адрес наблюдателя	Цифры в мм	Фото с участка вместе с планкой

Уровень воды:

Наблюдения за уровнем воды помогают, когда нужно связать количество осадков с потоком воды или когда предметом исследования является масштаб наводнений и пострадавшие районы. Для регистрации уровня воды необходима контрольная точка, которая в идеале представляет собой неподвижную, прочную конструкцию на водоеме или берегу реки, которая не меняется, например, столб моста, скала, прочное здание и т. д.

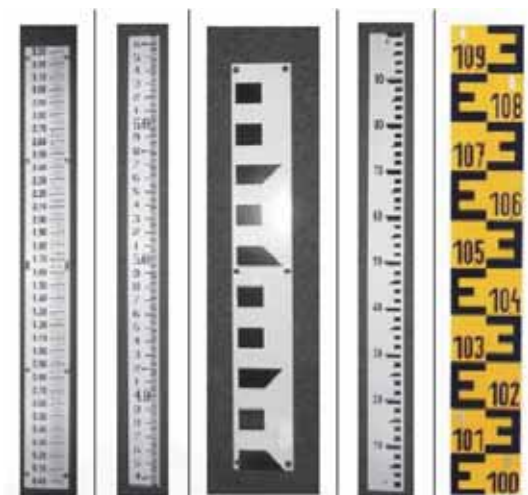


Водомерная рейка обычно используется для записи уровня воды. Водомерная рейка это длинная линейка, помещаемая в водоем, которая используется для измерения поверхностного уровня воды или просто для определения повышения опускания уровня поверхности воды с течением времени. Водомерная рейка может быть установлена или, если нет доступного материала, нарисована на прочной конструкции.

Рисунок (инженерный корпус СВ США , 2016)



Водомерная рейка на реке Мбулузи, Свазиленд



На фото показаны некоторые типы номерных досочек, которые можно использовать в качестве водомерной рейки. Если номерных досочек нет, можно сделать простую шкалу с помощью узкой дощечки (рейки) и маркера. Используя измерительный метр, нарисуйте на досочке шкалу и цифры на планке.

Фото (инженерный корпус СВ США , 2016)

Расположение водомерной рейки имеет важное значение. Нужно, чтобы в идеале она не была затоплена во время паводка, не подвергалась воздействию застойной воды и все же оставалась доступной для прочтения отметки. Наблюдатель никогда не должен подвергаться риску попасть в опасную ситуацию при проверке отметок. Не рекомендуется находиться слишком близко к берегу реки, особенно во время паводков с быстрым течением воды и неустойчивыми берегами. Чтобы можно было прочесть отметки издали, цифры и маркеры должны быть достаточно большими и цветными. Можно использовать функцию увеличения масштаба на камере мобильного телефона.



Южный Таиланд, 2013

Опору моста можно использовать в качестве водомерной рейки только тогда, когда место, из которого видна водомерная рейка, остается стабильным и доступным во время наводнения. На рисунке выше показана ситуация, когда набережная была постепенно смыта и стало невозможным пройти к опоре под мостом с водомерной рейкой.

Таблица 3: Пример наблюдений за уровнем воды

Показание	Заметки	Местоположение	Наблюдатель	Уровень воды	Фото
14 марта 2018 08:52	Уровень воды все еще поднимается, приблизительно на 5 см. за 2 минуты	Координаты местоположения, например с мобильного телефона	Имя, номер мобильного телефона и адрес наблюдателя	Цифры	Фото с участка с водомерной рейкой

Ведение записей

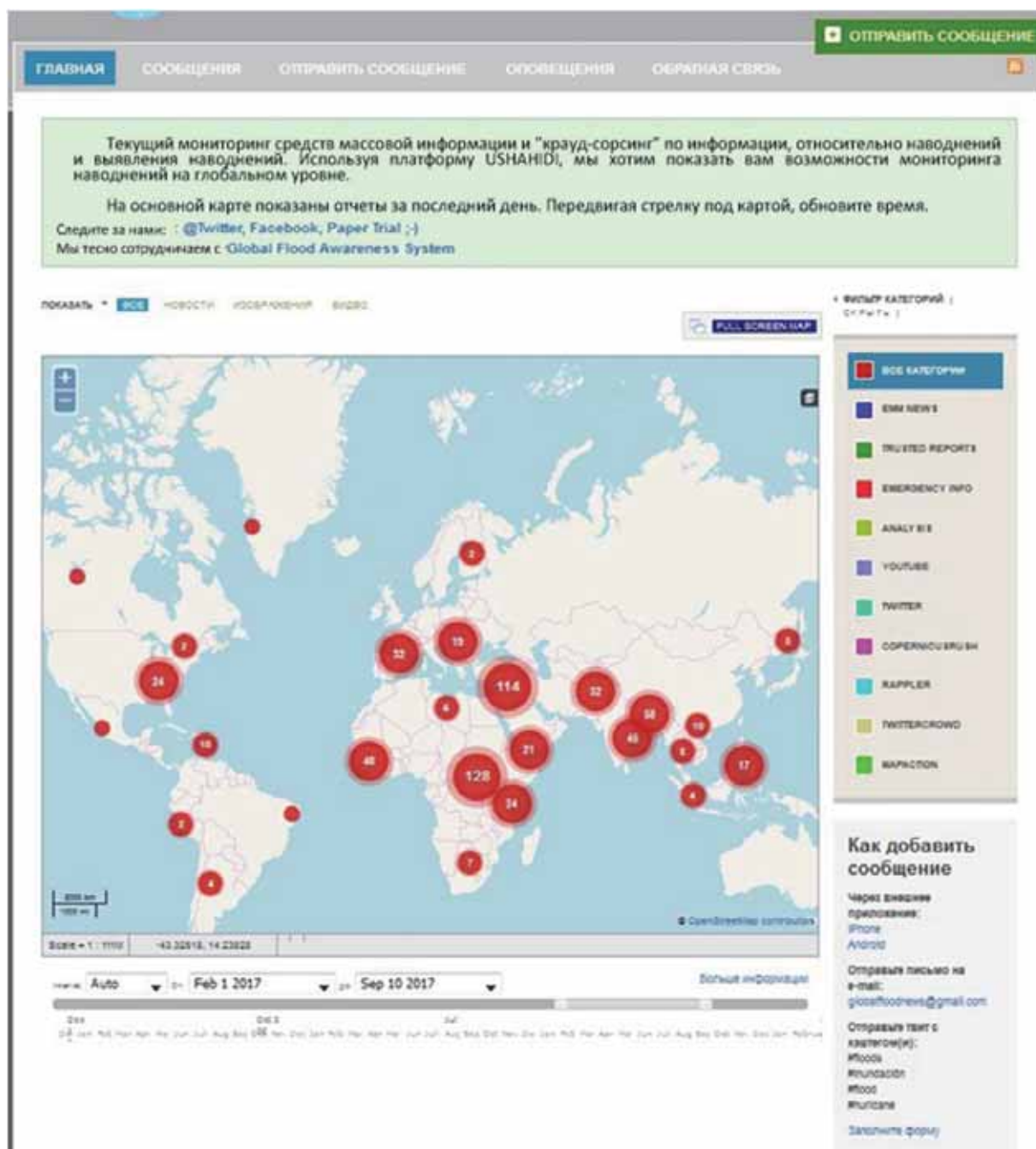
Собранная информация может храниться локально или распространяться далее через социальные сети. Новый способ борьбы с наводнениями и паводками, который поддерживается в социальных сетях – это краудсорсинг. Краудсорсинг возник благодаря появлению социальных сетей, в которых доступные новостные ленты постоянно сканируются в Интернете в режиме реального времени по определенным темам для мониторинга и агрегирования новостей о наводнениях и паводках.

Имеющийся в свободном доступе Европейский медиа монитор () – это полностью автоматизированная система, которая анализирует как традиционные, так и социальные сети. Она собирает и агрегирует около 300000 новостных статей в день с новостных порталов по всему миру на 70 языках.

это механизм сбора новостей для ряда приложений, включая Глобальную систему оповещения о бедствиях и координации (). контролирует живую сеть, то есть ту часть сети, где постоянно меняется контент, например новостные сайты, дискуссионные сайты и публикации. Он был разработан, поддерживается и управляется Объединенным исследовательским центром Европейской комиссии (ОИЦ ЕК). <http://emm.newsbrief.eu/emmMap/?type=category&language=&category=Flooding>

Программа глобальных новостей по наводнениям осуществляет мониторинг основных и социальных сетей, особенно в отношении наводнений. Программа глобальных новостей по наводнениям тесно сотрудничает с Глобальной системой оповещения о наводнениях (ГлоФАС), которая также работает над прототипом анализа социальных сетей по паводковым явлениям.

Обе платформы предлагаются на русском языке, с объяснением того, как загружать отчеты с подробной информацией, включая фотографии.



3.5 Достоверность данных

В данных всегда есть погрешности, и даже самые лучшие наблюдения никогда не бывают точными на 100%. Точность измерения осадков в основном зависит от ветра, высоты измерительного прибора и местоположения. Ошибки в измерениях скорости ветра и экспозиционные погрешности могут быть очень большими иногда даже более 50 процентов. Измерение количества дождевых осадков зависит от высоты измерительного прибора и чем больше открытая местность, тем больше будет разница в измерении с высотой (ФАО, 1999). Измерения расхода воды также неточны и 20-50% это обычный диапазон точности.

При использовании данных в формулах и при интерпретации результатов, следует учитывать тот факт, что данные никогда не дают 100% представление реальности. Это означает, что было бы разумно провести анализ чувствительности и проверить, что будет, если цифры будут выше или ниже. Вот почему в большинстве процедур проектирования паводков, для большей верности следует применять коэффициент надежности.

В следующем списке сортируются элементы в соответствии с ожидаемой неопределенностью и методами расчета. Элементы в нижней части списка более подвержены погрешностям, а формулы менее надежны.

- Атмосферные осадки
- Расход воды
- Снежный покров
- Перенос осадков
- Эрозия

4 ДЕЙСТВИЯ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ

Данное Руководство по управлению наводнениями и паводками основано на Зеленом руководстве по борьбе с наводнениями (ЗРБП), разработанном Всемирным фондом дикой природы (ВФДП, 2016) и адаптировано в соответствии с требованиями Таджикистана. В рамках ВФДП предусмотрено 5 этапов для разработки действий по борьбе с наводнениями и паводками и выбора мер по смягчению последствий наводнений. Внизу приведены пять этапов, взятых из (ВФДП, 2016)

1. Предварительный анализ и оценка
2. Идентификация метода
3. Выбор метода и дизайн
4. Осуществление деятельности и мониторинг
5. Оценка проекта

Данные пять этапов можно определить, как следующий курс действий.

1. При **анализе рисков** собирается информация о возможных опасных факторах при текущем или запланированном землепользовании и о потенциальном ущербе. На данном этапе очень важно четкое понимание физических процессов и воздействий, приводящих к опасностям (наводнениям), поскольку эти познания имеют решающее значение для выбора эффективных и долгосрочных мер по смягчению последствий. В районах, где выявляется угроза наводнения, возникает риск. В зависимости от зоны повышенного риска необходимо определить желаемый уровень защиты. Уровень защиты может и должен варьировать в зависимости, например, от потенциального ущерба, необходимых мер защиты, физических пределов защиты и т. д. Если защиты недостаточно, следует запланировать меры по смягчению последствий.
2. На основе анализа рисков следует **планирование действий**, где выбираются подходящие меры по смягчению последствий. Различные меры должны рассматриваться на комплексной основе, чтобы использовать синергические эффекты и не допустить противоречия между различными мерами.
3. Следующий шаг – оценка плана действий. Критические вопросы, на которые необходимо ответить, это достигнутый уровень защиты и остаточные риски, экономическая эффективность и техническая осуществимость мер, и их влияние на социально политический сектор. Если результат оценки неудовлетворительный, то необходимо заново переоценить выбранные меры (планирование действий) или анализ рисков (проверка пороговых условий, выбор желаемого уровня защиты) либо оба варианта. В случае, если оценка плана действий будет удовлетворительной, выбранные меры могут быть реализованы.
4. На этапе **реализации** принимаются комплексные меры по смягчению последствий паводковых явлений. В зависимости от типа меры, реализация мер может варьироваться от создания конкретной защитной инфраструктуры до внесения изменений в политику или проведения тренингов для заинтересованных сторон. Во всех случаях, включаются планирование на случай чрезвычайных ситуаций и поддержание защитных сооружений.
5. После внедрения, подход к управлению рисками стихийных бедствий должен **периодически проверяться**. Это включает в себя повторное проведение анализа риска, чтобы оценить, является ли уровень защиты все еще достаточным или нет. Если уровень защиты еще достаточен, следует сохранить текущее состояние водосборного бассейна (землепользование и пространственное планирование, поддержание инфраструктуры, взаимодействие с заинтересованными сторонами, соблюдение политики и т. д.). Это важно, поскольку изменения в текущем состоянии могут привести к значительному повышению потенциальной опасности, потенциального ущерба или того и другого. Если со временем уровень защиты становится недостаточным, следует расширять план управления рисками и опасными факторами до тех пор, пока оценка снова не станет удовлетворительной.

Действия могут быть проиллюстрированы в соответствии с требованиями Федерального управления по

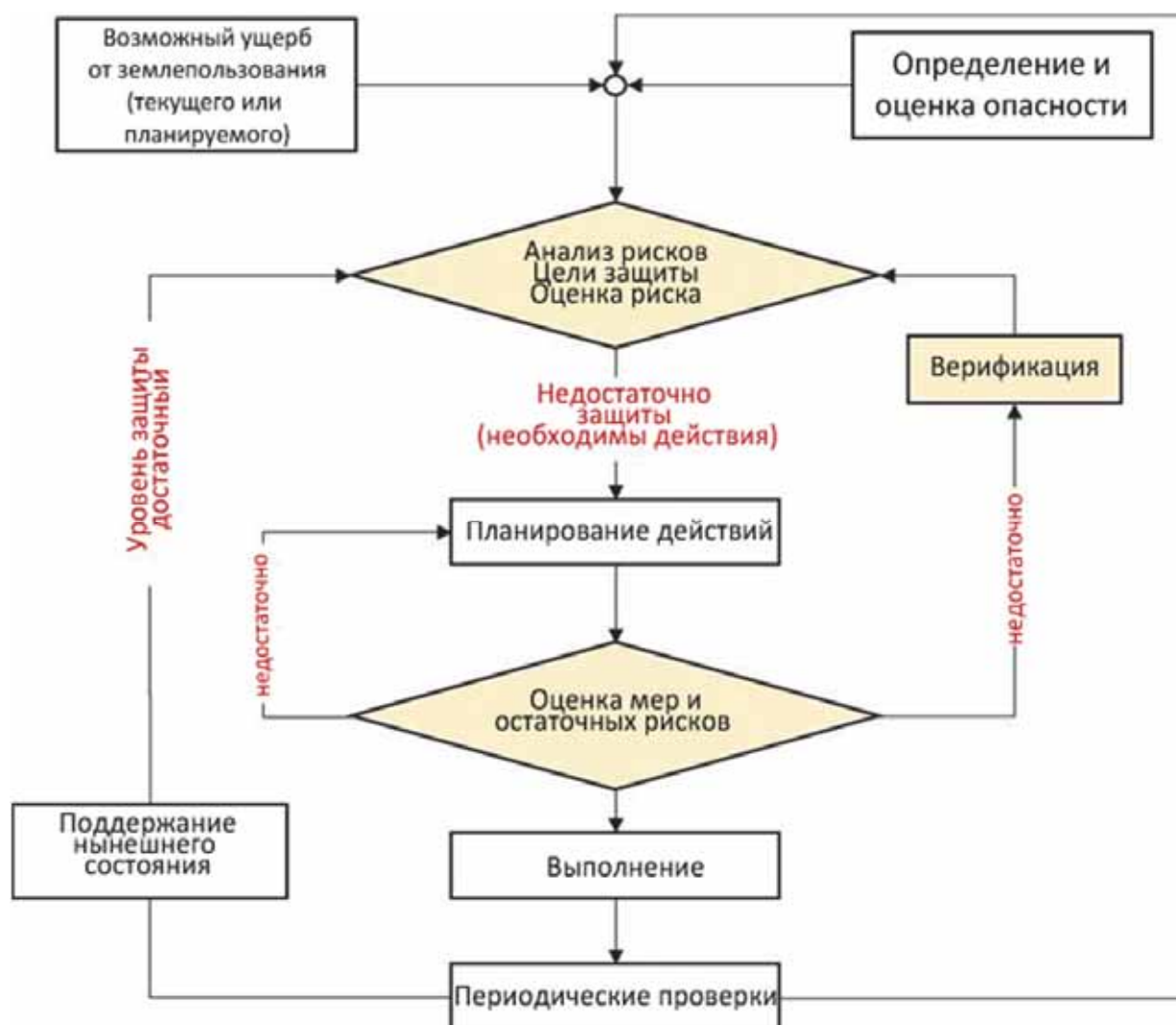


Рисунок 11 Процедура планирования действий (взято из ФУОС, 2016)

4.1 Идентификация опасности

Разработка эффективного и устойчивого плана защиты от опасности зависит от правильной идентификации потенциальной опасности (опасностей), соответствующих характеристик водосбора и их взаимодействия с землепользованием человека. В Зеленом Руководстве ВФДП по борьбе с наводнениями (ЗРБП) определены различные типы опасности, связанные с наводнениями.

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| • Речные флювиальные наводнения | • Наводнения на уровне озер |
| • Внезапные наводнения | • Прибрежные наводнения |
| • Локальные наводнения | • Штормовой ветер |
| • Грязевые Грязекаменные потоки | • Цунами |
| • Дождевые и ледниковые паводки | • Наводнение в городской местности |
| | • Высокий уровень грунтовых вод |

Не все типы опасностей, связанные с наводнениями, которые определены в Руководстве по борьбе с наводнениями и паводками, являются актуальными или имеют большое значение для Таджикистана. Соответственно, данное руководство фокусируется на отдельных опасностях. Значительную опасность в Таджикистане представляют собой паводковые явления на реках и затопление прилегающих территорий. Тем не менее, для борьбы с этими явлениями необходимо комплексное планирование и разработка мер в очень широком общенациональном пространственном масштабе и, таким образом, это все не может быть охвачено в данном руководстве.

С учетом топографии (рельефа) и гидрологии Таджикистана, особый акцент будет сделан на опасные факторы, связанные с проливными дождями. В работе Ллано, 1993 дается более подробная типология ливневых опасностей, которые могут быть отнесены типам ЗРБП, таким как внезапные наводнения, селевые потоки грязекаменные потоки и дожди при ледниковых паводках

Оползни

Формирование оврагов

Бурные грязевые сели

Паводки

Другие периодически происходящие события, например, сход лавин

Возникновение опасности различных типов паводковых явлений тесно связано с характерными особенностями водосборного бассейна, главным образом с его топографией, землепользованием, состоянием земного покрова и преобладающими гидрологическими пограничными условиями. В сущности, особенно подвержены паводковым опасностям водосборные бассейны с крутыми склонами, где часто бывают проливные дожди. В Зеленом руководстве по борьбе с наводнениями ВФДП даны общие определения и краткие сведения о важных процессах и возможных повреждениях в связи с серьезной опасностью быстро нарастающих паводков (ВФДП, 2016).

- Внезапные наводнения обычно имеют локальный характер. Обычно воздействию подвергаются малые и средние участки. Поток характеризуется очень быстрым началом и небольшой продолжительностью, но имеет большие объемы. Внезапные паводки случаются в результате гидрологических процессов, происходящие в результате интенсивных осадков, при которых способность инфильтрации в почву растет очень быстро дождей на замерзших или обледенелых территориях (дождь при ледяных потоках), быстрого таяния снега или прорыва заторов в русле рек. Антропогенные факторы, приводящие к внезапным наводнениям, могут включать в себя внезапный выброс воды из дамб, плотин или обвал насыпей. В связи с большим объемом потоков воды, внезапные наводнения обладают высокой эрозионной мощностью и часто несут с собой большое количество осадочных отложений и наносных пород (селевые грязевые потоки). Из-за высокой пропускной способности и быстрого процесса ливневых паводков потенциальный ущерб от них высокий.
- Селевые грязевые потоки это наводнения с большим количеством осадочных отложений и грубого мусора. Их также можно описать, как особую форму оползней, где поток имеет достаточно вязкую консистенцию и способен переносить крупный мусор и более мелкие отложения в составе воды. Грязекаменные потоки могут возникать на склонах холмов и продолжают свое течение в дренажных каналах или руслах рек. Одной из основных причин развития селевого потока является вырубка лесов или удаление других естественных почвенных покровов в тех частях водосборного бассейна, которые имеют более крутые склоны, что в свою очередь снижает устойчивость почвы. Грязекаменные потоки могут начинаться, как чистые потоки воды и затем накапливают мусор на своем пути или непосредственно идут со смесью почвы, мусора и воды. В связи с высокой плотностью матрицы потока (вода, почва, большие валуны, мусор) развивается высокая разрушительная сила, которая может разрушать различные структуры и даже защитные сооружения на своем пути.
- Дождевые паводки на обледенелых заснеженных поверхностях имеют место, когда большие объемы атмосферных осадков выпадают на мерзлый грунт и превращаются непосредственно и полностью в поверхностные стоки воды. Потенциал дождя при ледниковых наводнениях особенно велик в конце зимы до того, как растает снежный и ледяной покров, а также с возникновением весенних штормов. Из-за ледяного покрова и мерзлого грунта степень удержания воды низкая, а дожди в ледяных паводках обычно идут очень интенсивно. Если нормальные дренажные пути или естественные водные пути заблокированы льдом или снегом, потенциальный ущерб от дождя при ледяных паводках увеличивается.
- Оползни могут иметь отношение или быть связаны с интенсивными ливнями или землетрясениями. Если оползни вызваны сильными атмосферными осадками или наводнениями, они часто превращаются в матричные потоки почвы, валунов и воды (⇒ селевые грязевые потоки).

4.2 Классификация торрентов (стремительных потоков воды)

Для оценки риска и классификации риска водосборных бассейнов представлены методы, разработанные на основе подхода Дворака и Новака, 1994 г.. С помощью данного метода проводится оценка характерных

особенностей потока с учетом его подверженности стремительным потокам и опасностям, связанным с быстро нарастающими паводками. Исходные данные по землепользованию, плотности потока, топографии, характеристики почвы в сочетании с текущим состоянием водосборного бассейна относительно эрозии используются для проведения ГИС анализа.

Шкопек (1972, 1977, цитируется из работы Дворака и Новака, 1994)) предложил ввести паводковый коэффициент водораздела, чтобы отличать водные объекты с бурными потоками от других ручьев и рек. Уравнение 1 получено из формулы Гавриловича (Гаврилович 1972, цитируется из работы Гавриловича, Стефановича, Милановича, Котрича и Миложевича, 2000). Метод оценки потенциала эрозии приведен в работе Драгицевича, Карлеуса и Озаника, 2017год).

$$K_b = \frac{H \cdot O \cdot V_s \cdot P \cdot E \cdot \sqrt{S} + 1}{L \cdot \sqrt{S_z} + 1} \quad \text{Уравнение 1}$$

где Паводковый коэффициент водосборного бассейна

Плотность гидрографической сети км²
 Длина линии водораздела км
 Средняя разность высоты км
 Коэффициент средней водопроницаемости почв
 Коэффициент подверженности водораздела эрозии
 Площадь водораздела км²
 Протяженность основного потока км
 Площадь облесенной части водораздела км²

Плотность гидрографической сети рассчитывается с помощью уравнения 2

$$H = \frac{L + \sum L_i}{S} \quad \text{Уравнение 2}$$

где Протяженность основного потока км
 Протяженность отдельных притоков км
 Площадь водораздела км²

Формула по вычислению средней разности высоты относительно всего водосборного бассейна (или по водосбору притока, по которому рассчитывается паводковый коэффициент) дается в уравнении 3

Уравнение 3

$$V_s = V_P - V_U$$

где Средняя разность высоты км
 Средняя высота (над уровнем моря) водосборного бассейна км

Средняя высота водосборного бассейна рассчитывается по уравнению 4

$$V_p = \frac{\sum S_i \cdot h_i}{S} \quad \text{Уравнение 4}$$

где Средняя высота водосборного бассейна км
 Площадь водосборного бассейна между двумя прилегающими контурными линиями
 Средняя высота между двумя прилегающими контурными линиями км
 Площадь водосборного бассейна км²

Площадь лесистой зоны водосборного бассейна можно взять непосредственно из информации о землепользовании. Однако, поскольку является показателем защиты оголенного грунта растительным покровом, площадь лесистой зоны можно рассчитать с помощью уравнения 5 для водосборных бассейнов с более редкими лесонасаждениями. С помощью уравнения 5 для расчета , учитываются земли, покрытые лесами и постоянными пастбищами.

$$= 0.6 S_{\text{л}} + 0. S_{\text{г}} + 1.0 S_{\text{п}} \quad \text{Уравнение 5}$$

где Лесистая зона водораздела км

Засаженная лесом часть водораздела км

Пастбищные угодья (луга, пастбища) на территории водораздела км

Часть водораздела, где в основном пахотные земли или оголенная почва км

Коэффициент , описывающий средний уровень водопроницаемости почв рассматриваемого водосборного бассейна, можно взять из таблицы 4. Оценки коэффициента предрасположенности водосборного бассейна к эрозии могут быть взяты из таблицы 5, где описаны видимые эрозионные характеристики водосборного бассейна и связаны с соответствующими значениями коэффициента, характеризующего предрасположенность водосборного бассейна к эрозии.

Таблица 4 Коэффициенты среднего уровня водопроницаемости почвы водосборного бассейна () по различным типам почвы (Дворак и Новак, 1994)

Степень водопроницаемости	Тип грунта	
Полностью водонепроницаемый	Горные породы	1.00
	Тяжелый глинистый грунт	
Водонепроницаемый	Глинистый грунт	0.90
	Торфяные болота	0. 0
	Трясины	
Не очень водопроницаемый	Глинозем	0.70
	Серые лесные подзолистые почвы	
	Глинистые и суглинистые почвы	0.65
Водопроницаемые	Суглинистый грунт	0.60
	Известковый чернозем	
	Суглинистый песок	0.55
	Суглинистый песок и супесчаная почва	0,50
Очень водопроницаемые	Песчаная почва	0.45
	Пески	
	Гравий	

Таблица 5 Коэффициент предрасположенности водосборного бассейна к эрозии (Дворак и Новак, 1994)

Интенсивность эрозионного процесса в водоразделе и речном русле	
Вся территория водораздела поражена различными типами эрозии, речные русла разрушены продольной и поперечной эрозией, вязущие осадочные отложения постоянно переносятся и откладываются. На всей территории водораздела преобладают обнаженные земли, без достаточного растительного покрова. Покатость склонов более 50	1.0
До 0 водораздела поражено струйчатой и овражной эрозией. В русле рек большей частью отмечается перенос и накопление грубых осадочных отложений.	0.9

Более чем 50 территории водораздела поражена бороздчатой, струйчатой и овражной эрозией. Покатость склонов более 30 . Здесь отмечается высокий уровень переноса наносов и интенсивное накопление грубых осадочных отложений в русле реки.	0.
На территории водораздела преобладают типы бороздчатой и струйчатой эрозии, покатость склона более 20 . В русле рек переносится гравий и щебень.	0.7
На территории водораздела преобладает плоскостная эрозия и временами ручейковая эрозия. В каналах отмечается значительная поперечная и продольная эрозия, с переносом гравия.	0.6
До 50 водораздела поражено поверхностной эрозией, бороздчатая эрозия переходит в струйчатую эрозию, а в каналах рек переносится и собирается гравий. Покатость склонов в водоразделе до 20 .	0.5
25 30 территории водораздела поражено поверхностной эрозией, в некоторых местах отмечается бороздчатая эрозия. Есть участки, где отмечается движение более мелких осадочных отложений эти осадочные отложения переносятся и откладываются в русле рек. Покатость склонов 10 15 . Растительный покров нарушен леса поражены индустриальными выхлопными газами.	0.4
Около 20 территории водораздела поражено плоскостной эрозией, в некоторых местах бороздчатой эрозией. Отмечаются отчетливые признаки того, что верхний слой почвы смывается. В русле рек переносятся мелкие осадочные отложения.	0.3
Вся территория водораздела свободна от каких либо признаков эрозии. В водоразделе имеется большая пропорция обработанных земель. Осадочные отложения большей частью образуются в результате эрозии в русле реки. Покатость склонов до 20 .	0.2
Вся территория водораздела свободна от видимых признаков эрозии. Преобладающая часть территории покрыта лесами, где растут различные виды растений с хорошей возрастной структурой. Оставшаяся часть территории покрыта многолетними пастбищными угодьями. Русло реки стабильное в горизонтальных и вертикальных направлениях.	0.1 0.0

Путем объединения различных факторов, представляющих топографию водосборного бассейна, сеть водотоков, почву, эрозионную тенденцию, условия землепользования, состояние почвенного покрова получаем паводковый коэффициент, который можно сгруппировать в пять различных категорий, описывающих паводковые характеристики оцениваемого водного потока водосборного бассейна. Классификация, приведенная в Таблице 6, охватывает различные русла рек, от русел рек, где потоки воды не бурные (категория 0.1) до русел рек, где потоки воды очень бурные и стремительные (категория 0.7). Естественно, при разработке схемы защиты от наводнений, необходимо учитывать эти различные категории, чтобы приоритизировать меры по смягчению последствий наводнений и паводковых явлений. Это может включать понимание того, что технические меры защиты от наводнений, возможно, не смогут помочь в руслах рек с бурным течением с очень чрезвычайно сильными паводковыми особенностями и, таким образом, жилые поселения должны быть полностью запрещены в местах, подверженных такому риску. Поскольку чем больше паводковый коэффициент, тем выше возможности повреждения, меры по смягчению последствий могут быть приоритизированы для водоразделов районов с руслами рек, где наиболее высокие паводковые характеристики и впоследствии осуществляться в бассейнах рек, где паводковые характеристики проявляются не так сильно.

Таблица 6 Классификация потоков относительно степени их торрентальности (степени стремительности потока) (Дворак и Новак, 1994 г.)

K_b	Категория	Характерные особенности воды
0.1		Водный поток не бурного характера
0.1 0.4		Бурный поток с эрозией низкой степени интенсивности
0.4 0.7		Поток со средне выраженными особенностями бурного потока

0.7 1.0	Бурный поток с сильно выраженными особенностями стремительного потока
1.0	Бурный поток с очень сильно выраженными характерными особенностями стремительного потока

Опубликованы подобные методы для определения паводковой природы водосборного бассейна или его подверженности эрозии.

Гаврилович, Стефанович, Миланович, Котрич и Милошевич в 200 году) разработали паводковую классификацию в качестве основы стратегии управления областями, подверженными эрозии, которая представляет собой доработанную форму паводковой классификации по формуле Шкопека, представленной здесь. На основе паводковой классификации определяется необходимый объем мер по борьбе с эрозией.

Общий обзор метода Гавриловича (метод эрозионного потенциала) и его модификации был представлен в работе Драгицевич, Карлеуса и Ожанич, 2016г. Здесь дается всесторонний обзор оригинального метода, его различных модификаций (например, для оценки ливневого потенциала водосборов и водотоков), его возможного применения в географических информационных системах и во всем мире. Далее, Драгицевич, Карлеуса и Ожанич выполнили анализ чувствительности метода потенциальной эрозии (метод Гавриловича). Они обнаружили, что наиболее чувствительными параметрами по методу Гавриловича являются коэффициент эрозийности почвы и коэффициент защиты почвы.

4.3 Оценка риска

Первая задача, которую необходимо выполнить, это проведение оценки риска. Крайне важно оценить масштабы и степень опасности наводнений, определить места, где могут возникнуть такие бедствия и какие меры противодействия можно предпринять. При оценке риска также необходимо определить, какие факторы способствуют возникновению опасностей, например, плохое управление водосборным бассейном с высокими показателями поверхностных стоков воды и эрозией. В соответствии с подходом, изложенным ВФДП в 2016 году, оценка риска состоит из пяти тем.

Описание прошлых наводнений

Процесс следует начать с составление кадастра знаний, связанных с опасностями, которые имеются в общинах и водосборном бассейне. Полученный результат отображается на карте.

- Типы наводнений, которые произошли в прошлом, включая их пространственную частоту и временную длительность, месяц, продолжительность
- Нарисуйте их пространственную протяжённость на карте и укажите степень тяжести наводнений с помощью цветов
- Отметьте продолжительность наводнений различными цветами на карте
- Укажите известные или предполагаемые точки уровня воды на карте
- Укажите основные области возникновения паводков и наводнений на карте



Рисунок 12 Пример карты обзора наводнений, составленной на основе информации о событиях за прошлые годы

Обычно на местном уровне имеется достаточно знаний, чтобы точно определить проблемы в водосборном бассейне. Скорее всего, люди знают об участках, подверженных эрозии, обрывам, указывающих на потенциальные зоны возникновения оползней, об оврагах и каналах, подверженных грязекаменным потокам и так далее. Эти знания неоценимы, их необходимо собрать и указать на карте. То же самое относится и к информации и осведомленности о степени затопления и ущербе, нанесенного от наводнений в прошлом. Опись должна быть составлена при поддержке инженера по водным ресурсам для проведения исследования.

Факторы, способствующие развитию паводковых явлений

Необходимо перечислить и указать на карте факторы, способствующие развитию паводковых явлений. На втором этапе они могут быть классифицированы, как антропогенные (возникающие в результате деятельности человека) или естественные факторы.

Нанесенный или ожидаемый ущерб

На карте необходимо указать пострадавшие территории, а нанесенный ущерб указать максимально подробно. Предпочтительно указать оценку ущерба в денежном выражении. После того, как будет составлен список нанесенного ущерба и повреждений, необходимо определить денежную стоимость по каждому типу потерь на основе стоимости восстановления экологического объекта или экосистемы. На втором этапе на основе составленной описи повреждений определите функции ущерба вследствие затопления, которые идеально определяют нанесенный ущерб в зависимости от глубины воды. Предлагаются следующие задачи (принято с изменениями из отчета Мэйз, 2010)

1. Определите и распределите по категориям каждую структуру в исследуемой области, на основе ее использования и конструкции.
2. Оцените стоимость каждой структуры (оценка недвижимости, последняя реализационная стоимость и т.д.)
3. Определите стоимость содержимого каждой структуры.
4. Оцените ущерб, наносимый каждой конструкции в результате затопления на различной глубине, используя функцию повреждения в процентах от глубины.
5. Постарайтесь, как можно лучше верифицировать функцию повреждения на основе каталога повреждений, разработанного в начале.
6. Преобразуйте функцию повреждения каждой структуры по глубине в функцию повреждения степени на индексированном участке.
7. Составьте общую сумму предполагаемого ущерба по всем сооружениям в результате наводнений в разные периоды повторяемости.

Результат этой процедуры показан на рисунке 13. Он позволяет инженерам и специалистам по планированию в сфере водных ресурсов сравнивать эффективность различных мер с точки зрения ущерба, причиняемого в результате наводнений. Для выполнения данной процедуры необходимо знание величины и масштаба паводковых явлений с различными периодами повторяемости. Обязательным условием является гидрологическое и гидравлическое моделирование.

В сельской местности, зачастую, с точки зрения экономической эффективности лучшим решением является разработка мер по сдерживанию часто повторяющихся паводковых событий (с интервалом повторяемости от 2 до 10 лет), если эти наводнения наносят значительный ущерб. Обеспечение защиты от наводнений в случае

редких и экстремальных явлений, например, при наводнении раз в 100 лет или в зонах более высокого риска к сожалению, обширные сельские территории в Таджикистане являются зонами высокого риска настолько дорого и часто связаны с негативным воздействием на окружающую среду, что невозможно найти решение, удовлетворяющее следующим пяти критериям

1. Эффективность решение эффективное и оно может решить проблему
2. Техническая осуществимость решение может быть реализовано, технологии и ресурсы имеются
3. Приемлемость решение целесообразно, приемлемо и не приводит к нежелательным последствиям.
4. Доступность затраты на внедрение решения приемлемы по стоимости.
5. Предпочтительность выбранное решение лучше или предпочтительнее каким либо другим альтернативам.

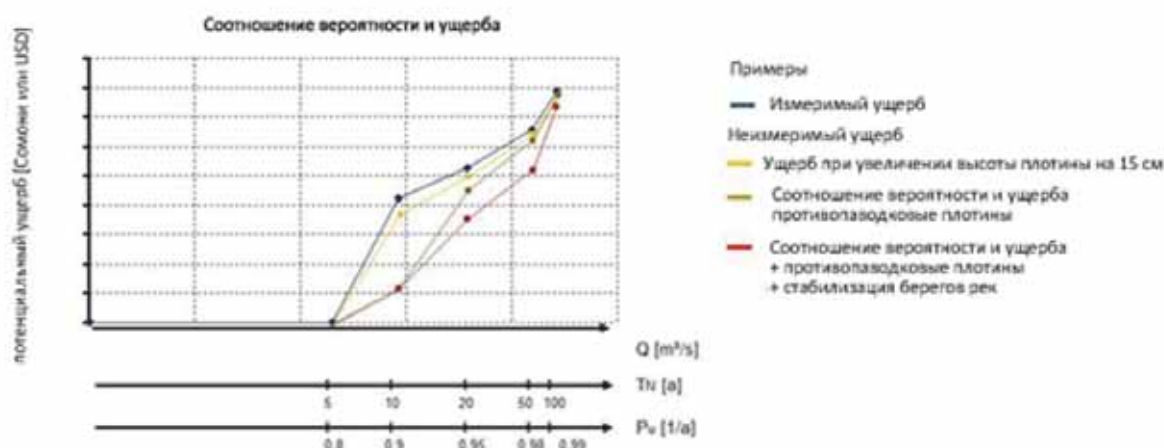


Рисунок 13 Соотношение вероятности и ущерба по различным мерам

Необходимо провести тщательный анализ экономической эффективности, поскольку не все можно определить в денежном выражении. Важную роль также играют другие несоизмеримые факторы, и они должны быть учтены в процессе принятия решений.

Уязвимые группы

Необходимо составить список групп, которые больше всего пострадали от наводнений в прошлом и или могут пострадать от наводнений в будущем. Уязвимые группы — это те группы населения, у которых нет ресурсов, чтобы защитить себя или восстановиться за счет собственных средств (например, менее обеспеченные люди, пожилые люди, люди с ограниченными возможностями и т. д.). Эти группы необходимо отметить на карте и им следует уделить особое внимание при планировании мер по борьбе с наводнениями и паводками.

Потенциал реагирования на наводнения

Потенциал — это способность противостоять или восстанавливаться от ущерба и повреждений причиненные в результате наводнений. Здесь основное внимание направлено на уязвимые группы населения и институты. Уязвимые группы населения часто не имеют достаточных средств для борьбы с наводнениями и, следовательно, они нуждаются в поддержке для укрепления их потенциала. Это необходимо учитывать при планировании мер по борьбе с наводнениями и паводками.

Общины и институты обычно рассматриваются как инстанция, которая берет на себя инициативу в борьбе с наводнениями. Если их потенциал будет слабым, управление наводнениями будет слабым и механизмы реагирования, скорее всего, не будут должным образом внедрены.

Это означает, что борьба с наводнениями и паводками включает два компонента, а именно

- гидротехнические работы с оценкой риска, планированием мероприятий и
- институциональное развитие, определяющее четкие роли и обязанности, укрепление потенциала, механизмы финансирования и соответствующую нормативно правовую базу

4.4 Карты риска паводковых явлений

Составление карт фактических или потенциальных зон затопления имеют первостепенное значение в процессе оценки и планирования необходимых мер. Карты наводнений помогают подтвердить риск наводнения, проверить фактический ущерб от наводнения, указать изменения в воздействии наводнения, если они основаны на моделировании наводнения. Необходимо разработать различные типы карт наводнений для содействия в процессе выбора надлежащих мер, а также для учета готовности к чрезвычайным ситуациям. Здесь показаны четыре карты, содержащие различную информацию



Рисунок 14 Карта зон затопления с классификацией глубины воды по 5 классам.

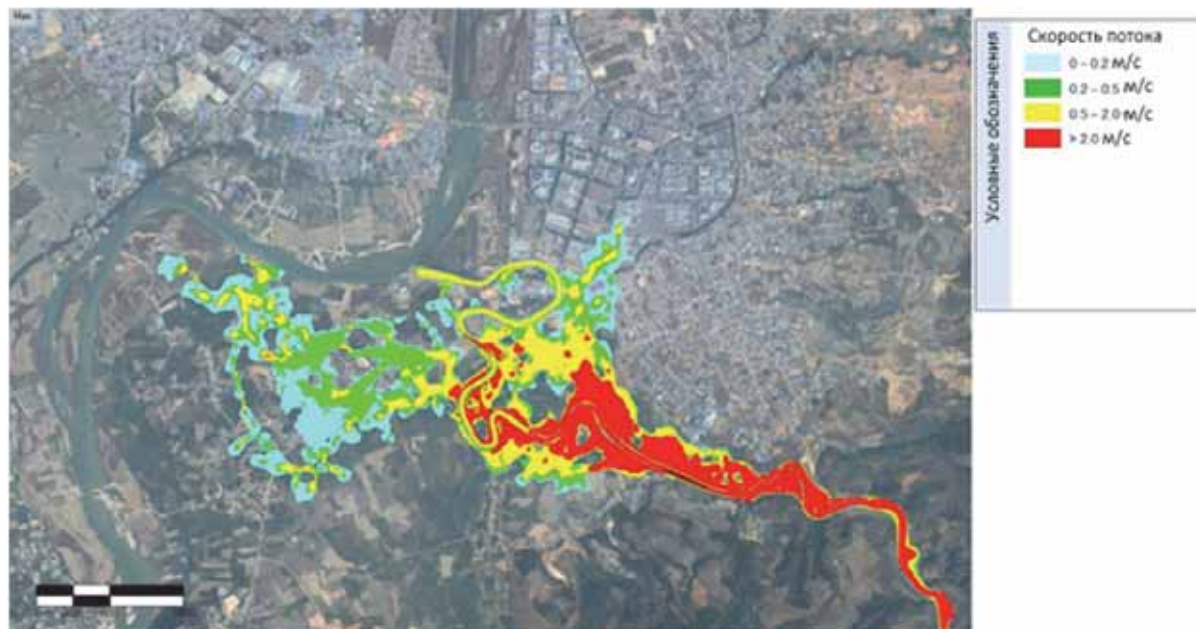


Рисунок 15 Карта скорости течения с указанием риска вымывания

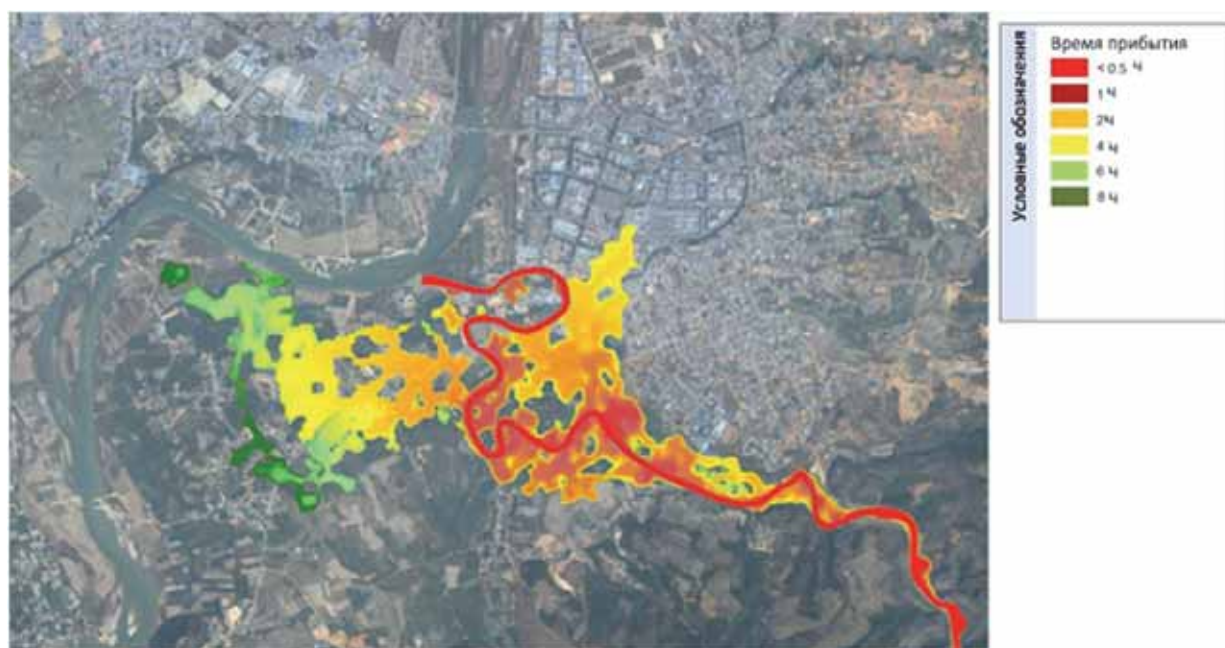


Рисунок 16 Карта времени прибытия потока с указанием времени для подготовки

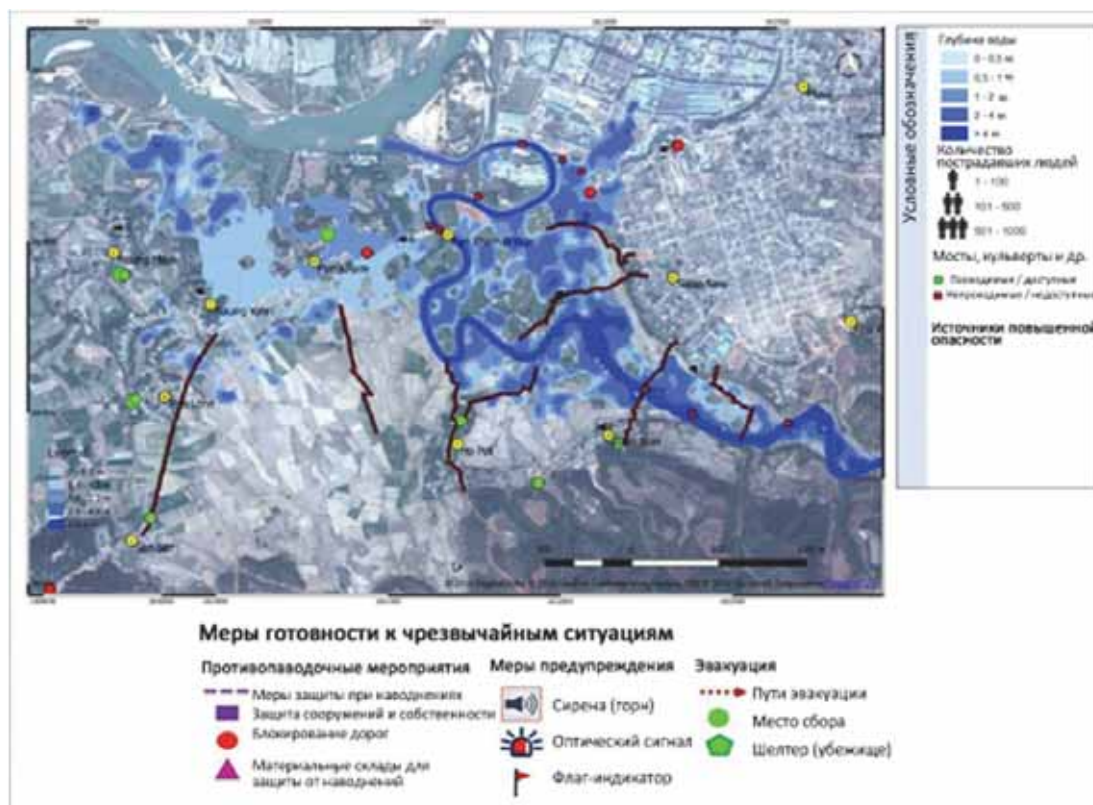


Рисунок 17 Карта действий во время наводнения и мер готовности в чрезвычайных ситуациях (СИДРО, 2017)

Требования к составлению карт наводнений

Подходящая цифровая модель рельефа

Гидрологическое моделирование для определения течения

1 или лучше 2 гидравлическое моделирование для определения масштабов затопления

Инструмент ГИС для подготовки карт

Источники данных и надлежащие инструменты для разработки карт наводнений приведены в части и разделе 3.2.

4.5 Расчетные паводки

Для того, чтобы определить, требуется ли вмешательство, необходимо определить и согласовать уровень защиты. Уровень защиты либо обязателен по закону, либо должен определяться в процессе совместного принятия решений с участием всех заинтересованных сторон. Уровень защиты обычно устанавливает определенную вероятность возникновения наводнения, что выражается в виде скорости потока или уровня воды. Меры разрабатываются для сдерживания паводковых явлений до этого уровня. Уровень защиты это не физический процесс, а скорее политическое решение. Требование высокого уровня защиты, например 100 от паводковых явлений и наводнений, которые происходят статистически раз в сто лет, повлечет за собой очень высокие затраты на реализацию этих мер. Поэтому рекомендуется, чтобы выбор расчетного расхода воды удовлетворял пяти критериям, приведенным в разделе 4.3. Предложение об уровнях защиты для различных областей дается в работе Дворака и Новака, 1994г.

Таблица 7 Уровень защиты (расчетные паводки), по работе Дворака и Новака, 1994г.

Уровень защиты	Оценка риска	Расчетный расход воды по русловой емкости	
1	Компактная застроенная городская территория, более крупные жилые массивы, более крупные селения, промышленные объекты, важные линейные структуры, расположенные параллельно (автомагистрали, железные дороги и т.д.) и защищенные памятники и мемориалы.	50	100
2	Небольшие села, группы домов, застроенные в разбросанном порядке долины (расстояние между домами не менее 100 м), дороги местного значения, трелевочные волоки (дороги для перевозки лесов), свалки, курортные зоны и зоны отдыха, поля, подверженные опасности оврагообразования.	20	50
3	Внешние застроенные территории интенсивная защита сельского хозяйства, трелевочные и другие дороги для перевозки лесов.	5	20
4	Внешние застроенные территории сенокосные угодья, продуктивные леса, ирригационные и дренажные сооружения.	5	10

4.6 Выбор соответствующих мер

Как уже упоминалось во вступительной части к этому документу, данное руководство фокусируется на небольших водосборных бассейнах с преимущественно холмистым или горным рельефом. Для речных потоков в этих водосборных бассейнах характерна высокая сезонность, а обильные осадки и или таяние снега часто приводят к образованию оврагов, проливных селей, речных наводнений, оползней и других периодических явлениях. Вот почему, среди прочего, считается необходимым осуществление контроля над стремительными потоками и стабилизацией русел рек.

Хотя все водосборные бассейны отличаются друг от друга, есть все же некоторые сходные характерные особенности. В целом, горный водораздел можно разделить на три части

1. **Верховье реки** или **водосборная площадь** характеризуется крутыми склонами и является источником быстротечных поверхностных стоков и переноса осадочных отложений (эрозия, оползни, обвалы и т. д.). Вода и осадочные отложения собираются в верхнем течении и концентрируются в транспортных зонах.
2. В **зоне переноса осадочных отложений** (которая не всегда встречается в водосборных бассейнах с бурными потоками) концентрируется вода и осадочные отложения водосборной площади. В зависимости от крутизны уклона, зона переноса осадочных отложений в водоразделах с бурными потоками, в основном, является эрозионной и далее еще накапливается различный материал (осадочные отложения, грунт из русел и берегов рек).
3. По мере уменьшения уклонов образуется **аллювиальный конус** или **конус выноса**, также называемый **областью отложения осадков**. Поток выходит из узких участков русла, расширяется, замедляется и теряет часть своей энергии. Скорость и транспортирующая способность потока уменьшается, и размытый материал из верховьев реки и участков переноса вновь оседает. Течение рек в зоне отложения осадков часто меняется из-за осадочных отложений вдоль русла и берегов реки.

В районах с антропогенной деятельностью в области землепользования могут возникать различные опасности в результате разных процессов по трем направлениям (Римбок, Хёхне, Майер и Уолтер Краутблаттер, 2015)

Перемещение осадочных отложений на горных склонах может привести к камнепадам, которые могут разрушать дома или инфраструктуру, или блокировать дороги и другие пути. Оползни могут привести к оползанию домов и или другой инфраструктуры.

Эрозия может поразить фундамент, подорвать защитные стены и привести к дальнейшим оползням и или полному смещению участков речных потоков.

Транспорт воды и наносов может нанести вред домам и инфраструктуре вследствие ударной нагрузки или повреждения водой.

Отложение осадков может блокировать узкие участки, приводя к затоплению, покрытию больших площадей наносами и или смещению участков речных потоков.

Подводя итог, можно сказать, что типичная форма водосборного бассейна с бурными потоками напоминает песочные часы. Различный материал собирается в верховьях реки, как в воронке, транспортируется через участки переноса и вновь осаждается в зоне отложения осадков. После осаждения осадочных отложений и наносов, вода следует по своему естественному рельефному руслу.

Меры, как правило, можно подразделить на группы в зависимости от их цели и в соответствии с местом их осуществления в пределах водосборного бассейна.

- Предотвращение эрозии в верховьях реки и развитие экосистем с целью смягчения последствий наводнений ливневого характера.
- Стабилизация канала и удержание наносов на участках переноса
- Удержание осадочных отложений речных потоков в специально отведенных местах, чтобы не допустить их неконтролируемое распространение
- Содействие в прохождении речных потоков через городские районы за счет поддержания дренажного потенциала городов
- Формирование пойменных площадей и надлежащее управление землепользованием, с целью повышения устойчивости к наводнениям и создания защитных экосистем.



Рисунок 1 Характеристика водосборного бассейна в свете возможных проектных мероприятий

Соответственно, три основополагающих стратегических элемента для вмешательства это следующие

Управление водосборным бассейном восстановление водосборного бассейна

Структурные меры

Неструктурные меры

Меры по смягчению последствий паводковых явлений в верховьях водосборного бассейна направлены на снижение вероятности ливневых паводков и фокусируются на снижении неустойчивости склонов, уменьшении количества и скорости поверхностного стока и предотвращения эрозии. В районах вниз по течению основное внимание уделяется смягчению воздействия и последствий каких либо внезапных паводковых явлений. Русловыправительные работы включают в себя структурные меры, направленные на

улучшения русла течения реки и его берегов. Русловыправительные работы являются важным компонентом в предотвращении и смягчении последствий внезапных паводковых явлений и общего контроля за наводнениями, а также других мероприятий, таких как обеспечение безопасного прохода паводковых вод под мостом. При осуществлении мер по смягчению последствий внезапных паводковых явлений, основной целью является управление режимом выпуска воды в речных потоках путем ограничения ее динамической энергии. Таким образом, контролирование структурной эволюции русловыправительных работ также сокращает транспортировку наносов, сводя к минимуму эрозию русла реки и берегов (МЦКОГР (Международный центр по комплексному освоению горных районов), 2012).

Несмотря на то, что согласно данным ВФДП, 2016г., предпочтение следует отдавать применению мягких или зеленых мер, нежели применению жестких структурных мер, следует отметить, что потенциальный ущерб от ливневых паводковых явлений высок и его трудно сдержать просто путем применения чисто мягких мер. Фактически, наиболее вероятно, что сочетание различных мер может привести к наиболее устойчивому управлению рисками наводнений.

В процесс выбора мер поможет следующая таблица, которая связывает цели с задачами и мерами, которые должны быть достигнуты.

Таблица Выбор мер, по Якобу и Хангру, 2005, (ВФДП, 2016)

Цель	Задача	Меры
Управление диспозицией		
Уменьшение поверхностного стока	Уменьшение расхода воды	пикового Лесоустройство лесовосстановление, обустройство ландшафта (озеленение, террасирование) Управление водоразделом, Контроль за лесозаготовками Контроль за строительством дорог Лужайки и устройства для инфильтрации влаги Отведение поверхностного стока в другие водосборные бассейны
Уменьшение степени эрозии	Уменьшение поверхностной эрозии благодаря поверхностному склоновому стоку	Лесохозяйственные мероприятия, ландшафтный дизайн, террасирование Меры по почвенной биоинженерии сохранению почвенного слоя Управление водоразделом восстановление водораздела Инженерно дренажные системы Устройство по инфильтрации топких низин Вычищение наносов
	Повышение стабильности склонов	Лесовосстановительные мероприятия Биоинженерия почвенного слоя Изменение рельефа местности (профилирование грунта) Масштабирование Регулирование дренажа, системы технического дренажа Устройства по инфильтрации топких низин Стабилизация размываемых склонов (например, укрепление склонов, строительство каменных опор) Стабилизация источников наносных пород
	Уменьшение вертикальной и горизонтальной эрозии в русле реки	Расширение канала Стабилизация русла канала Поперечные структуры (запруды, ramпы, и противопаводковые плотины) Продольные конструкции Струенаправляющие дамбы и укрепление береговых откосов Биоинженерия почвенного слоя Восстановление прибрежной растительности

	Уменьшение расхода воды на участках реки, на высоко эродированных участках реки	Отведение потоков воды в другой водораздел Обходные пути
Организация мероприятий		
Контроль за расходом воды	Уменьшение пикового расхода воды с целью предотвращения нанесения ущерба	Водохранилища, небольшие плотины, дамбы Увеличение канала реки (расширение и углубление) Увеличение поперечного сечения на месте пересечения каналов Строительство расходных мостов Переправы Устранение барьеров
		Вычищение наносов Переброска стока Паводковый водосброс
Управление наносами	Процесс трансформации Откадывание наносов при контролируемых условиях Отведение потока наносов на прилегающие территории Фильтрация	Преграда для потока наносов Постоянное намывание наносов Временное намывание наносов Отвод потока на территорию меньшей значимости Канал сброса наносов Уклон для сбора органических наносов Место сбора наносов
Профилактические меры		
Снижение возможных потерь	Перенос и накопление наносов без нанесения ущерба, защита объектов на местном уровне (например, дома, люди, маршрут движения)	Планирование землепользования (на местном, региональном уровне) Законодательство в области защиты почвы и управления водоразделом Изменение посевных культур и альтернативное землепользование Ограничение использования опасных территорий Информация, образование, осведомленность, готовность, управление рисками стихийных бедствий Спецификация строительных правил
Ответные меры		
Снижение потенциальных потерь	Перенос и осаждение наносов без нанесения ущерба Поддержание защитных мер	Системы предупреждения и управления наводнениями Система информирования предупреждения (перед, во время и после события) Оповещение и эвакуация населения из опасных территорий, Закрытие маршрутов движения Оказание непосредственной технической помощи

5 СТРУКТУРНЫЕ И НЕСТРУКТУРНЫЕ МЕРЫ

5.1 Управление водосборным бассейном

Биологические или биоинженерные мероприятия на склонах и вдоль ручьев в верховьях водосборного бассейна направлены на его восстановление. Применяемая техника и методы аналогичны тем, которые применяются при охране и рациональному использованию почв (сохранение растительного покрова и управление водными ресурсами). Поскольку работы по восстановлению водосборного бассейна направлены на предотвращение или уменьшение поверхностного стока воды, это как раз та мера, которая может устранить основную причину образования паводков. По возможности, любые подходящие, лишённые растительности, деградировавшие участки земли в водосборном бассейне должны использоваться для какой либо формы землепользования, предпочтительно для лесовосстановления.

При этом, не очень рекомендуется использование быстрорастущих видов растений, поскольку они не обеспечивают ни эффективного дрена (задержания и перехвата осадков), ни достаточного почвенного покрова. Вот гидрологические особенности, которые следует учитывать при планировании управления водосборным бассейном

- **Задержание стока**
Растительный покров удерживает капли дождя и уменьшает их размер и механическую прочность, защищая, таким образом, почву от эрозии, вызываемой брызгами дождя. Перехват отличается тем, что при этом поглощается до нескольких миллиметров дождя, в то время как листья вечнозеленых хвойных деревьев поглощают более, чем 10 мм влаги.
- **Стабилизация почвы**
Густая сеть корней физически связывает и удерживает частицы почвы в земле, в то время как надземные участки фильтруют осадочные отложения из поверхностного стока.
- **Поглощение**
Корни поглощают поверхностные и подземные воды, тем самым снижая уровень насыщения почвы и сопряженный с этим риск оползания склонов.
- **Инфильтрация**
Растения помогают поддерживать пористость и проницаемость почвы, тем самым увеличивая водоудержание и задерживая начало поверхностного стока.
- **Эвапотранспирация**
Растительность помогает испаряться воде, которая поглощается через корни.
- **Уменьшение поверхностного стока воды**
Растения, в частности околоземный слой мелких растений и кустарников, увеличивают неровность поверхности земли и уменьшают скорость поверхностного стока воды

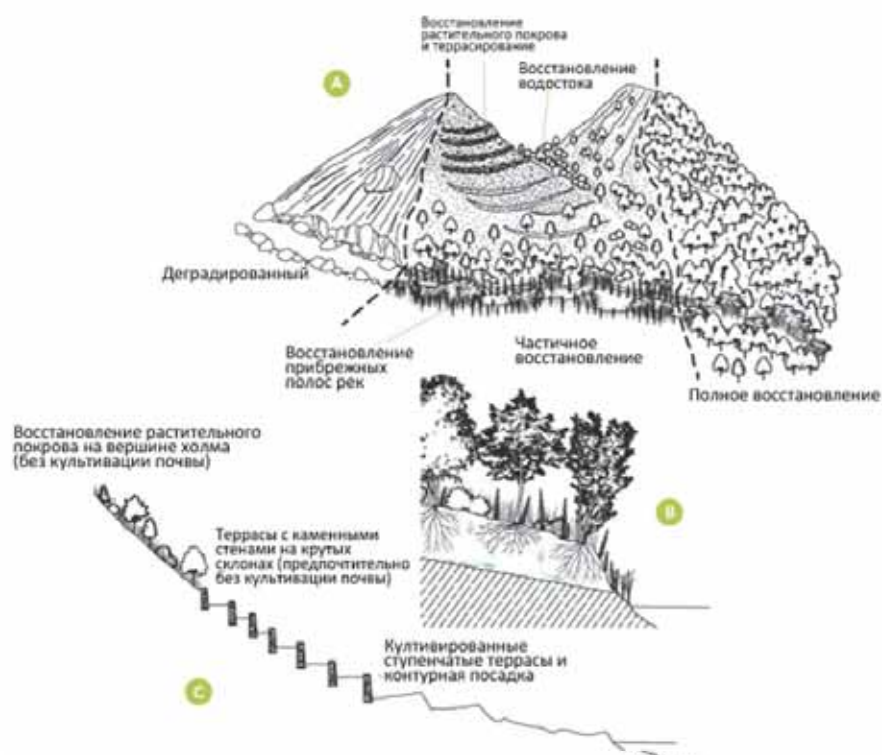
(взято с модификацией из МЦКОГР, 2012)

5.1.1 Интегрированное управление водосборным бассейном

Информационный бюллетень: интегрированное управление водосборным бассейном	
Главные цели	Уменьшение защитных мер в зоне переноса наносов и стока воды Восстановительные и природоохранные работы Снижение поверхностного стока воды Уменьшение эрозии
Тип мер	Активные (структурные) Мягкие (экосистемный подход ЭП)
Местоположение	Верховье реки
Масштаб	Водораздел

Описание	Целью интегрированного управления водосборным бассейном является уменьшение поверхностного стока воды и эрозии. основополагающая концепция состоит в том, чтобы снизить высокие расходы, необходимые для осуществления защитных мер на территории вниз по течению водораздела путем осуществления низко затратных мер в верхней части водораздела. Основные компоненты включают в себя
----------	--

- Восстановление растительного покрова восстановление естественного растительного покрова, лесоразведение, высаживание защитных лесов, сохранение имеющихся насаждений.
- Биоинженерные работы защита склонов от эрозии, структуры по контролю за эрозией
- Террасирование
- Дренажные системы дренажные работы на территориях с большим содержанием влаги или на склонах холмов для укрепления экосистем, с целью предотвращения возникновения плоскостей скольжения или же оползания холмов
- Сельскохозяйственные меры управление выпасом скота, восстановление лесных пастбищ



Охрана природы в верхней части водораздела: (А) Техника применяемая в различных масштабах и местоположениях, типичном ландшафте верхнего водораздела, (В) Поперечное сечение территории с восстановленной растительностью, (С) Некоторые низко затратные меры по охране природы (ВФДП, 2016).



Шмиттенбах, Австрия в 1887 и 1976 после восстановления лесонасаждений (Якоб & Хангр, 2005)

Технические условия

Работы по восстановлению растительного покрова не должны менять естественную среду обитания, а скорее защищать от природных стихийных бедствий, управление работами должно осуществляться в устойчивой манере.

	Следует избегать широкого применения удобрений. Несостоятельность структур по контролю за эрозиями, биоинженерных мероприятий и дренажных систем могут стать причиной возникновения проблем с обеспечением безопасности работ, поэтому необходимо разработать правильный дизайн.
Продолжительность осуществления мер до достижения максимальной эффективности	Средний/длительный
Стоимость	Низкая/Средняя
Техническое обслуживание	Регулярный контроль Регулярные работы по восстановлению растительности (при необходимости)
Критерий оценки	Снижение объема поверхностного стока Снижение объема эрозии Территории с восстановленными лесонасаждениями Террасированные территории, территории с восстановленным естественным растительным покровом, территории с восстановленным почвенным покровом
Заметки	Помимо защитных мер по борьбе с наводнениями, все меры относительно сохранения почвенного покрова и восстановления природных экосистем дают синергический эффект для защиты экосистем, биологического разнообразия и снижения углеродосодержащих выбросов
Литература	(ВФДП, 2016), (Якоб и Хангр, 2005)
Интернет:	https://www.wocat.net/ и многие другие сайты

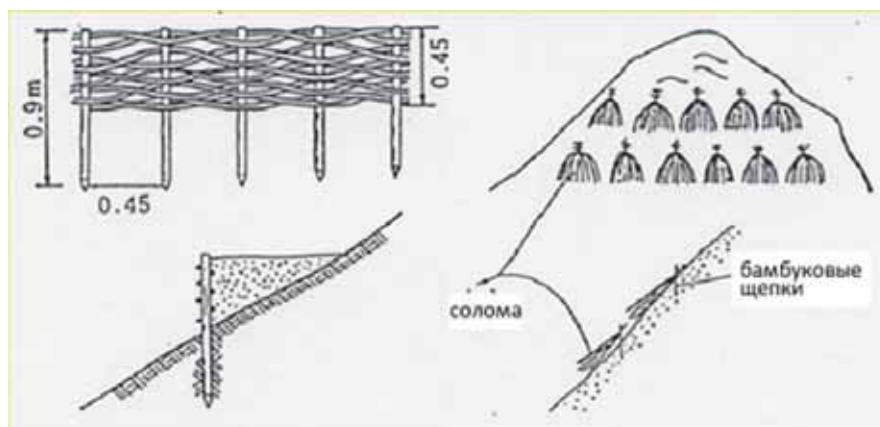
5.1.2 Биоинженерия почвы

Информационный бюллетень: биоинженерия почв	
Основная цель	Уменьшение мер защиты на участках переноса наносов и в зоне поверхностного стока Снижение потери плодородных почв Предотвращение эрозии, уменьшение поверхностного стока
Тип мер	Активные (структурные) Мягкие (ЭП)
Местоположение	Верховье реки/водный объект
Масштаб	Местный/водораздел
Описание	Биоинженерия почв и/или изменение рельефа местности применяется к растущим или погибшим растениям для того чтобы усилить процесс естественной сукцессии, тем самым стабилизируя почву и снижая процесс эрозии. Соответствующие меры могут применяться для: – Стабилизации склонов – Укрепления берегов рек – Укрепления каналов, оврагов, рек, русла рек – Строительства дорожных канав Продольные структуры включают в себя (Якоб и Хангр, 2005): использование ветвей деревьев (в основном хвойных деревьев), высаживание черенков растений в водостоках, восстановление растительности в каналах, защитный слой из хвороста, решетчатые фильтры из живых черенков, различные фашины, защитные береговые насыпи из различных материалов, покрытые растительностью, барьерные конструкции из длинного хвороста, сооружения из живых кольев и жердей, вязанки из хвороста и веток и двухрядные палисады.

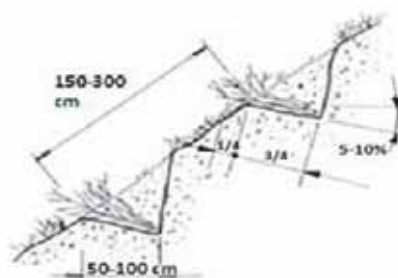
Поперечные структуры (Якоб и Хангр, 2005) это: струенаправляющие дамбы, конструкции из живого материала по борьбе с заилением, конструкции из гребней и плетней из живого материала, сооружение палисадов (оград) из связок кустарников, фашин, укрепления из бревенчатого ряжа, с прослойками из кустарников, а также засаженные габионы и деревянные ряжевые плотины.



Укрепление склона, Австрия (Якоб и Хангр, 2005)



Примеры мер по предотвращению эрозии (НТЦ /Научно-технический центр/, 2000) – Деревянная изгородь (слева), работы по покрытию соломой (справа), больше примеров приведено в работе (НТЦ, 2000)



(Техника по бионженерии почв, информационный бюллетень №2, 201)



(Техника по бионженерии почв, информационный бюллетень №2, 201)
Кустарниковая укладка. 201)



(Граф, 201), Техника по биоинженерии почв, информационный бюллетень №2, Кустарниковая укладка, 201

Эти примеры взяты из информационной брошюры, изданной Граф. Они демонстрируют технику по биоинженерии почвы, которая уже применяется в Таджикистане.

Технические условия (проектные требования)	Сочетание мер по защите поверхностного слоя земли (например, высаживание различных саженцев), наряду со строительством укрепительных структур, оказалось наиболее эффективным. В водных объектах примененные укрепительные структуры должны удерживать силу трения во время наводнения. Долговечность мер по биоинженерии почв зависит от силы наводнения, таким образом, они часто применяются в сочетании с жесткими структурными мерами.
Продолжительность до достижения максимальной эффективности	Средняя длительная
Стоимость	Низкая средняя
Техническое обслуживание	Регулярный контроль
Критерий оценки	Объем сниженной эрозии Территории, где были применены меры по биоинженерии Длительность установленных мер по биоинженерии Территория с восстановленной растительностью
Примечания	Меры по биоинженерии почвы часто также снижают объем поверхностного стока и увеличивают пополнение уровня подземных вод
Литература	(Граф, 201), (Якоб и Хангр, 2005), (Лано, 1998), (НТЦ, 2000)

5.1.3 Рекомендации

Интенсивные исследования, проведенные в альпийском регионе, показали, что управление водосборными бассейнами посредством увеличения зеленых насаждений и осуществления мер по биоинженерии повышает стабильность почвы и устойчивость к оползневому перемещению грунта. Проведенные испытания показали, что растения за счет своей корневой системы могут повысить механические характеристики почвы на 50%. Другими словами, угол трения с почвой, засаженной растениями, на 50% выше по сравнению с почвой, лишенной растительности (Граф, 201).

Эта же исследовательская группа (Граф, 201) пришла к выводу, что для того, чтобы обеспечить защиту от лавин и оползней, пробелы в насаждении защитных лесов в направлении склона не должны превышать 20 (максимум 30) метров. При этом, ширина пробелов в насаждении защитных лесов менее важна. Предпочтение отдается богатому разнообразию деревьев и растений различного возраста, нежели насаждению монокультур только одного типа деревьев.

Районы, подверженные оползням, особенно нуждаются во внесении удобрений и увеличения количества питательных веществ. Выпас животных приводит к уплотнению и разрушению верхнего слоя почвы.

Ниже приводится пример по террасированию (см. Часть 4). В примере показано, как гидрологический анализ может способствовать в проведении оценки эффективности с точки зрения предотвращения эрозии. В части 5 приведены примеры уже проведенных проектных мероприятий в различных областях Таджикистана относительно управления водосборными бассейнами.

5.2 Меры по регулированию бурных потоков и стабилизация русла рек

Целью мероприятий по регулированию селевых потоков является создание устойчивого уклона русла в селевом потоке, чтобы обеспечить баланс между эрозией и прорезями в русле и осадочными отложениями. Бурные потоки развивают высокую влекущую силу, превышающую сопротивление частиц, которая определяется, как критическая сила, при которой грунт и породы начинают двигаться. Влекущая сила зависит от потока, его удельного веса и крутизны уклона (см. Часть 4). Уменьшение крутизны уменьшит влекущую силу. Любое уменьшение удельного веса благодаря осуществлению мер по удержанию осадочных отложений вверх по течению, снизит допустимое напряжение. И наконец, меры по удержанию потока воды вверх по течению и снижению паводочных стоков уменьшат влекущую силу.

Регулирование селевых потоков и стабилизация русла рек являются областью деятельности поперечных (трансверсных) структур. Предпочтительной мерой является строительство противопаводковых плотин (насыпей). Они могут быть построены в различной форме либо в виде жестких или мягких мер. Необходимо проделать значительную работу, чтобы достичь правильного дизайна и местоположения.

5.2.1 Меры защиты в виде строительства поперечных каналов

Меры защиты поперечных каналов

Основная цель (цели)	Стабилизация каналов Борьба с эрозией
Тип	Активный (Структурный) Мягкий (ЭП) / Жесткий
Местоположение	антропогенный
Сфера воздействия	Местный/Водосборный бассейн
Описание	Основной задачей строительства поперечных структур является снижение уклона каналов. Высота и расстояние между поперечными структурами определяется исходным уклоном канала и желаемым уклоном канала для защиты русла реки, которое обычно считается универсальным правилом на 1:6 (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1986). Для структур небольшого размера в небольших водных объектах поперечные структуры могут быть построены из природных материалов (ЭП), тогда как для более крупных потоков необходимо использование более жестких материалов.



Схема типичной противопаводковой дамбы (Якоб и Хангр, 2005)



Поперечная стабилизация размываемого склона, Австрия (Якоб и Хангр, 2005)



Вверху: небольшие деревянные противопаводковые дамбы, внизу: небольшая каменная противопаводковая дамба, справа – с металлической габионной сеткой (Римбок, Хэн, Майер, & Вольтер-Краутблаттер, 2015)

Технические условия	Поперечные структуры должны выдерживать воздействие наводнения и грязекаменных потоков, процессы разъедания боковых опор, процессы разъедания вниз по течению дамбы и в боковых (горизонтальных) обводных каналах структуры (Якоб и Хангр, 2005). Важное значение имеет дренаж для снижения статического давления воды.
Продолжительность до достижения максимальной эффективности	Жесткие структуры – непосредственная Мягкие структуры – средняя
Стоимость	Средняя – высокая
Техническое обслуживание	<u>Контроль за стабильностью (жесткие структуры)</u> <u>Контроль за воздействием атмосферных условий (мягкие структуры)</u> Вычищение наносов после стихийного бедствия

Критерий оценки	Снижение эрозии
Примечания	
Литература	(Якоб и Хангр , 2005), (Римбок, Хэн, Майер и Волтер Краутблаттер , 2015), (НТЦ, 2000), (Дворак и Новак, 1), (, 2010)

Далее, более детально рассматриваются три типа противопаводковых плотин, которые вероятнее всего будут наилучшими вариантами для Таджикистана: противопаводковые плотины из свободно собранных камней, противопаводковые плотины из валунов, противопаводковые плотины/габионы.

Противопаводковые плотины из свободно собранных камней:

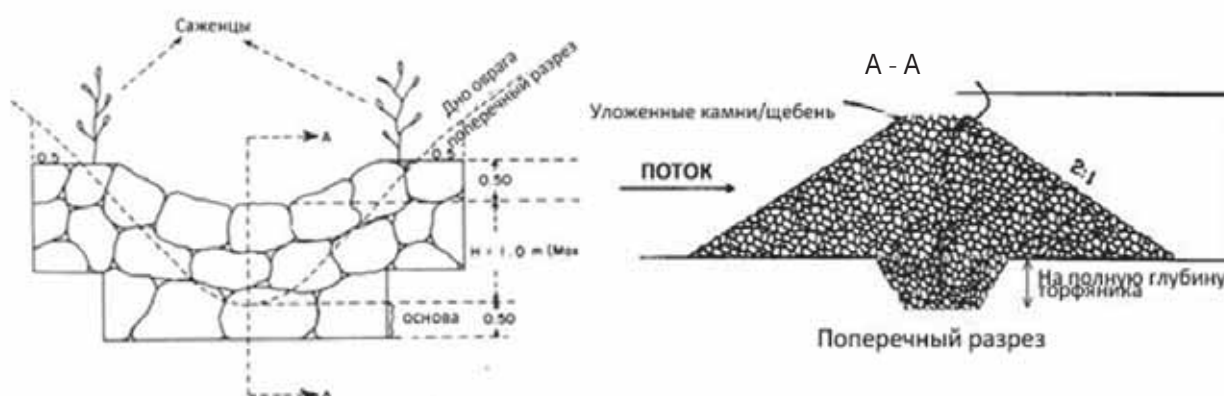


Рисунок 1 : Противопаводковая насыпь из свободно собранных камней (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1 б) и (Сенг, 2011).

Вдоль оврага располагаются противопаводковые плотины (насыпи) из свободно собранных, сравнительно небольших камней. Они в основном используются для стабилизации небольших оврагов с довольно небольшой водосборной площадью (2 га или меньше). Эти насыпи могут быть использованы во всех регионах, предпочтительно, на участках, где имеются камни.

В соответствии с документом ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1 б, установлены следующие спецификации:

Максимально эффективная высота насыпи должна быть не выше 1,0 м, а глубина ее основания должна быть не менее 0,5 м. Толщина насыпи на уровне водосброса составляет от 0,5 до 0, м, а уклон ее нижнего торца составляет 20 процентов (соотношение 1 1/5). Толщина основания рассчитывается соответственно. Верхняя сторона насыпи, как правило, вертикальная.

Основание насыпи вырыто так, что длина основание больше, чем длина водосброса. Основание выступов должно быть вырыто таким образом, чтобы они входили не менее 50 см с каждой стороны оврага. Гребень и средняя часть насыпи должны быть построены из более крупных камней, чем остальная часть плотины.

Чтобы избежать размыва и водной эрозии, непосредственная область под лицевой стороной вниз по течению, а также выступы и опоры должны быть выровнены.

Противопаводковые плотины из валунов:

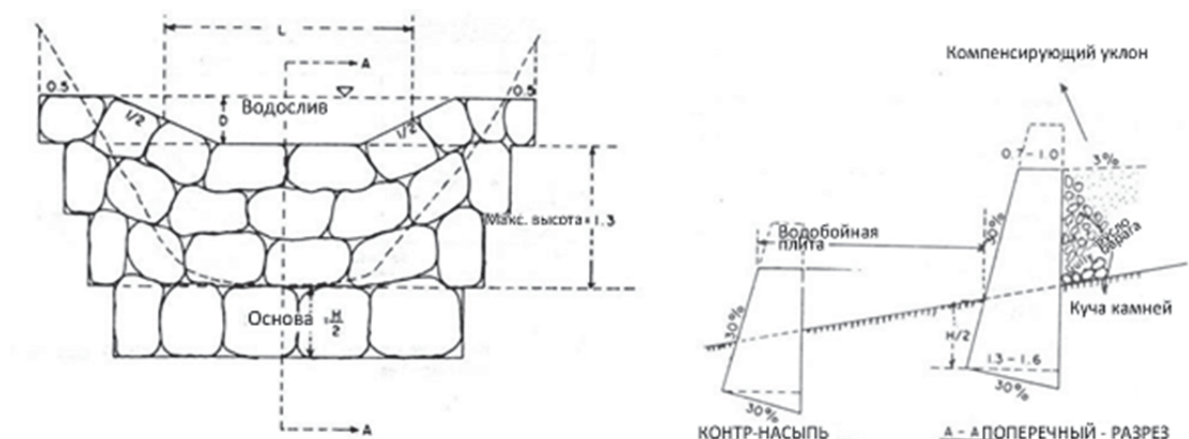


Рисунок 20: Противопаводковые плотины из валунов (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1 6)

В соответствии с документом ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1 6, установлены следующие спецификации:

Валуны могут быть использованы во всех регионах. Максимальная общая высота плотины не должна превышать 2 м. Глубина фундамента должна составлять не менее половины эффективной высоты. Толщина плотины на уровне водосброса составляет 0, 1,0 м, а угол наклона ее нижней части по течению составляет 0 процентов (соотношение 1: 0,) толщина основания рассчитывается соответственно. Верхняя сторона плотины обычно вертикальная.

Если изложенные выше рекомендации ФАО будут выполняться, производить расчет устойчивости относительно падения, разрушения и оползания плотины (насыпи) не потребуется. С гидравлической точки зрения форма водосброса идеально трапецевидная и имеет форму структурного канала, что сводит к минимуму гидравлическое сопротивление. Этого трудно достичь с помощью одних только габионов, но можно сделать с помощью сложенных камней, покрытых проволокой и прикрепленных к расположенным снизу габионам.

Противопаводковые плотины/ габионы:

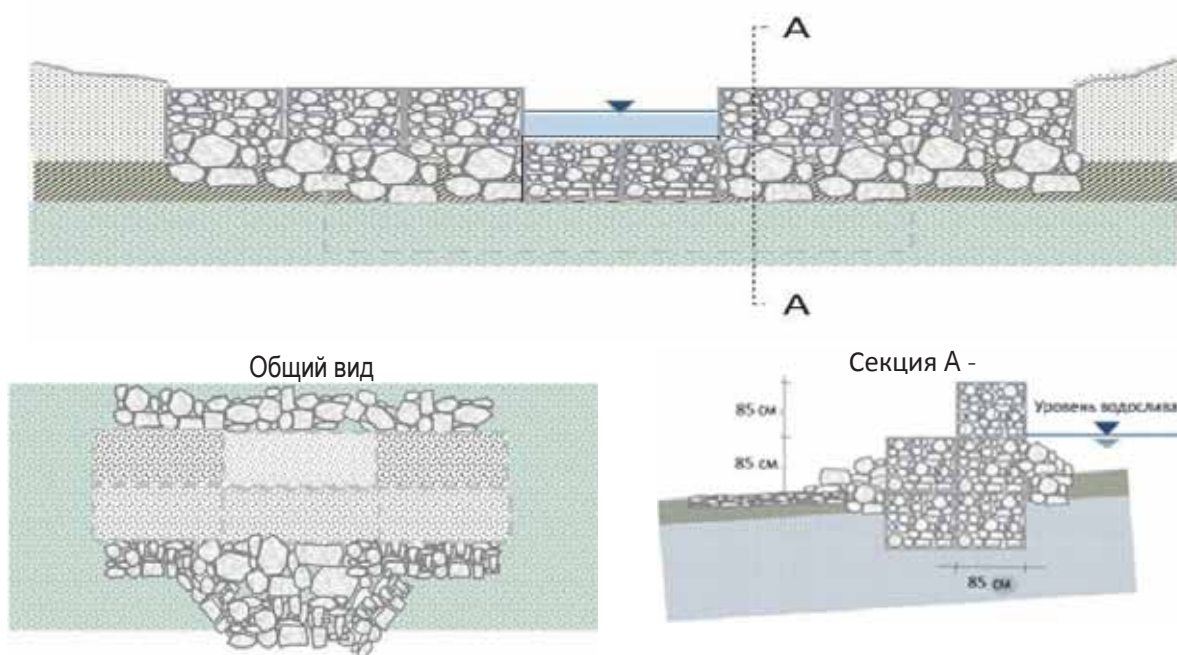


Рисунок 21: Противоаводковые плотины/габионы

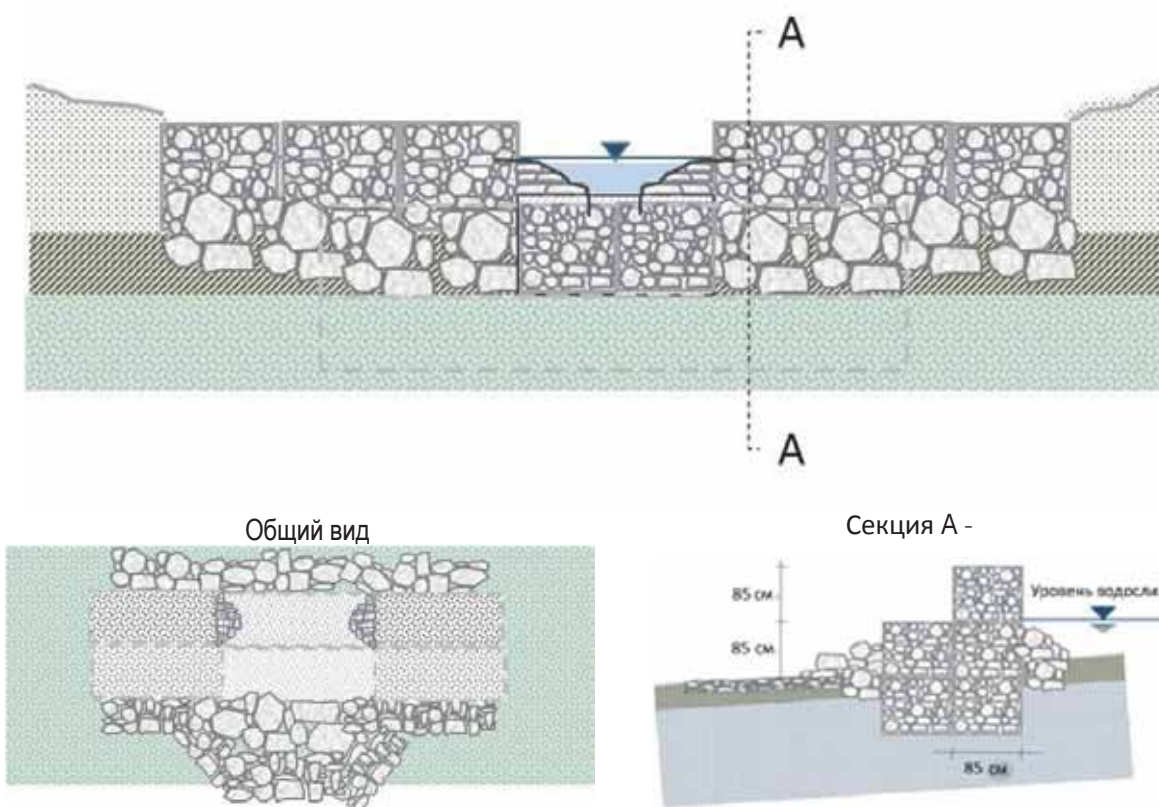


Рисунок 22: Противоаводковые плотины/ габионы

Габионы лучше всего использовать там, где это приемлемо и где имеется достаточно материала для засыпки, в идеале в непосредственной близости от участка и где имеется достаточно рабочей силы.

Спецификации в соответствии с документом ФАО, Борьба с оползанием, 1 6 и Лпано, 1 : Габионы подходят для строительства плотин высотой до 10 метров. На первый взгляд габионы кажутся водопроницаемыми. Тем не менее, все зазоры и щели между камнями заполняются осадочными отложениями после нескольких наводнений. При строительстве габионной плотины следует рассмотреть возможность создания длинного отстойного бассейна со стенкой водослива с прорезью, чтобы не допустить глубинного размыва. Недостатком является то, что проволока может окислиться. Поэтому используемая проволока должна быть оцинкована, чтобы предотвратить окисление.

Габион должен заполняться, как можно более плотно, самые крупные камни снаружи соприкасаются с сеткой, более мелкие камни засыпаются внутрь. Для поддержания формы габионов требуется укрепить противоположные поверхности по горизонтали и вертикали. Если используется более одного слоя, габионы должны быть связаны так, чтобы вся структура была зафиксирована вместе и в большей или меньшей степени поднималась, как один монолитный блок, но, чтобы при этом сохранялась гибкость. Выступы должны выходить не менее 50 см с каждой стороны оползая.

Устойчивость к оползанию, опрокидыванию и разрушению достигается, когда стабилизирующие факторы преобладают над дестабилизирующими.

Стабилизирующие силы	Дестабилизирующие силы
- Вес структуры - Вес почвенного слоя над основанием	- Гидростатическое давление напорной грани плотины - Горизонтальное давление грунта - Гидростатическое противодавление (случается, когда русловый материал представляет собой)

пористый грунтовый материал гидростатическое противодавление можно не принимать во внимание, если русловый материал будет состоять из твердых камней.



Рисунок 2 : Силы, воздействующие на габионные плотины, модифицировано согласно Ллано, 1

В быстро растущих потоках, по мере выброса воды, возрастает динамическое давление. Как бы то ни было, это в основном ограничивается областью гребня плотины (на рисунке 2 это не показано).

То, что следует учитывать, так это воздействие грязевых потоков и/или высокое содержание наносов в бурных потоках. Полужидкий материал имеет высокий удельный вес ($\approx 2,5 \text{ т/м}^3$), высокие коэффициенты неровности и высокие скорости, а также оказывает огромное разрушающее воздействие на поперечные структуры. При расчете устойчивости следует регулировать удельный вес и динамическое давление.

Значение сил можно рассчитать по формуле: $F = \gamma \cdot g \cdot H \cdot v^2$
где:

- γ : удельный вес кг/м
- g : гравитация м/с
- H : высота структуры м
- v : скорость потока м/с

5.2.2 Меры защиты продольного канала

Меры защиты продольного канала	
Основная цель (цели)	Стабилизация канала Недопущение расширения каналов Стабилизация размываемого склона холма
Тип мер	Активные (структурные) Мягие (ЭП) / Жесткие
Местоположение	Участок переноса наносов, место отложения осадков
Сфера воздействия	Местная/Водосборный бассейн
Описание	Продольные структуры помогают бороться с боковой (латеральной) эрозией, стабилизируя тем самым соответствующие участки русла и снижая эрозию в более мелких потоках, эти конструкции могут быть построены из естественных природных материалов (ЭП).

Для того чтобы противостоять силам наводнения и возможным грязекаменным потокам в более крупных речных потоках или же потоках, подверженных грязекаменным потокам, рекомендуется использование таких материалов, как камень или бетон (Якоб и Хангр , 2005).



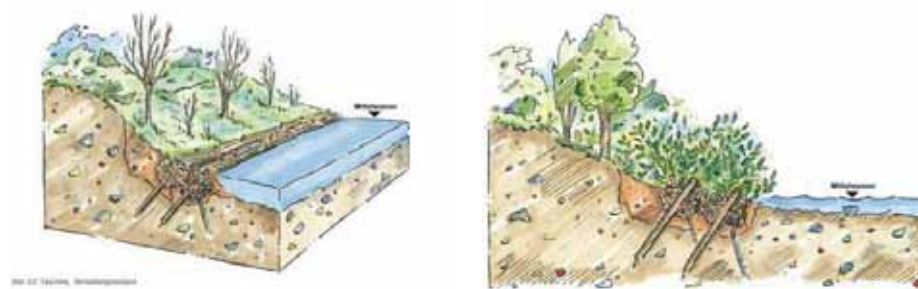
Продольная стабилизация размываемого склона (Якоб и Хангр , 2005)



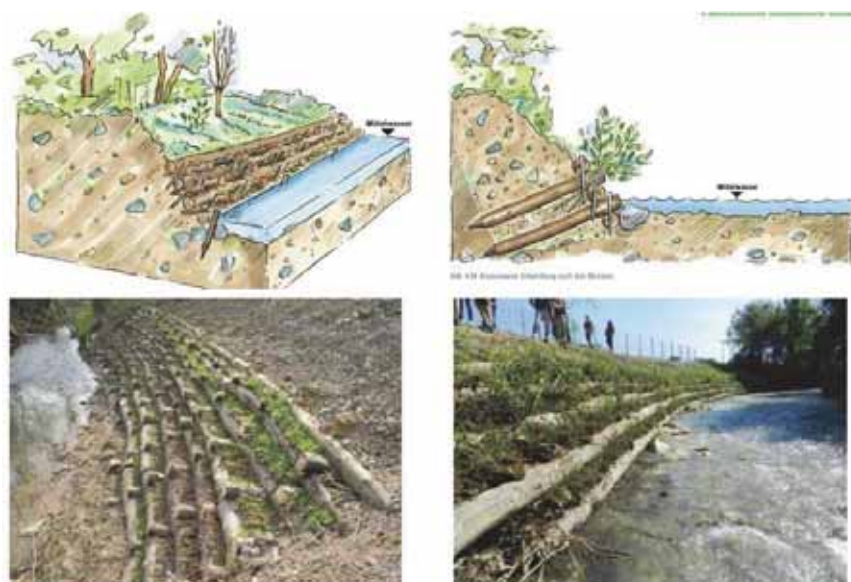
Меры продольной защиты: бетонная стена (слева), каменная стена (справа); (Римбок, Хэн, Майер и Волтер-Краутблаттер , 2015)



Стабилизация земляной запруды с помощью подводных стенок (Джейни и Гейтц, 2013)



Стабилизация земляной запруды с помощью фашинов (Джейни и Гейтц, 2013)



Инженерно-биологический метод, изгородь из деревьев (Джейни и Гейтц, 2013)

Технические условия	Метод стабилизации берегов должен помочь противостоять резкому давлению в результате наводнения и воздействия грязекаменных потоков. Если невозможно достичь структурной стабильности только с помощью гравитационной тяжести материала, вдоль берегов можно установить анкерные опоры.
Продолжительность до достижения максимальной эффективности	Твердые структуры непосредственная Мягкие структуры средняя
Стоимость	Средняя Высокая
Техническое обслуживание	Контроль стабильности (жесткие меры) Воздействие атмосферных условий (мягкие меры)
Критерий оценки	Снижение уровня эрозии
Примечания	
Литература	(Якоб и Хангр , 2005), (Римбок, Хэн, Майер и Волтер Краутблаттер , 2015), (Джейни и Гейтц, 201), (НТЦ, 2000), (Дворак и Новак, 1), (, 2010)

5.2.3 Управление селевыми потоками

Во многих водосборных бассейнах, где протекают бурные потоки, риск возникновения селевых потоков сохраняется даже, когда налажено применение таких мер, как комплексное управление водосборными

бассейнами, биоинженерия почвы и защита от русловой эрозии.

Таким образом, необходимо эффективное управление селевыми потоками. Как было указано выше, помимо описанных мер по стабилизации и консолидации, основными принципами борьбы с наводнениями являются:

- Рассеивание энергии
- Дозирование/Фильтрация
- Задержание поверхностного стока
- Строительство водозаборных сооружений

Часто, для достижения максимальной защиты, необходимо сочетание этих мер. Для защиты одного участка может потребоваться применение мер в разных бурных потоках, а также ряда мер в каждом бурном потоке.

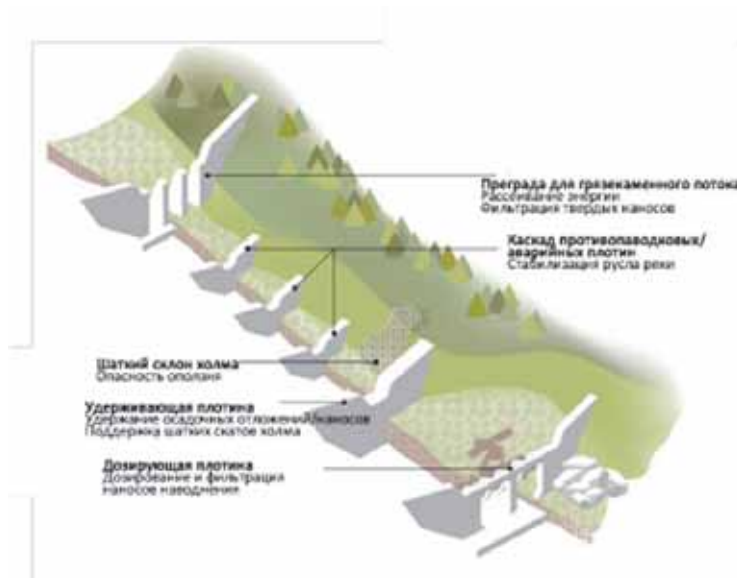


Рисунок 24: Цепочка мер, модифицировано в соответствии с Римбок А., 2015

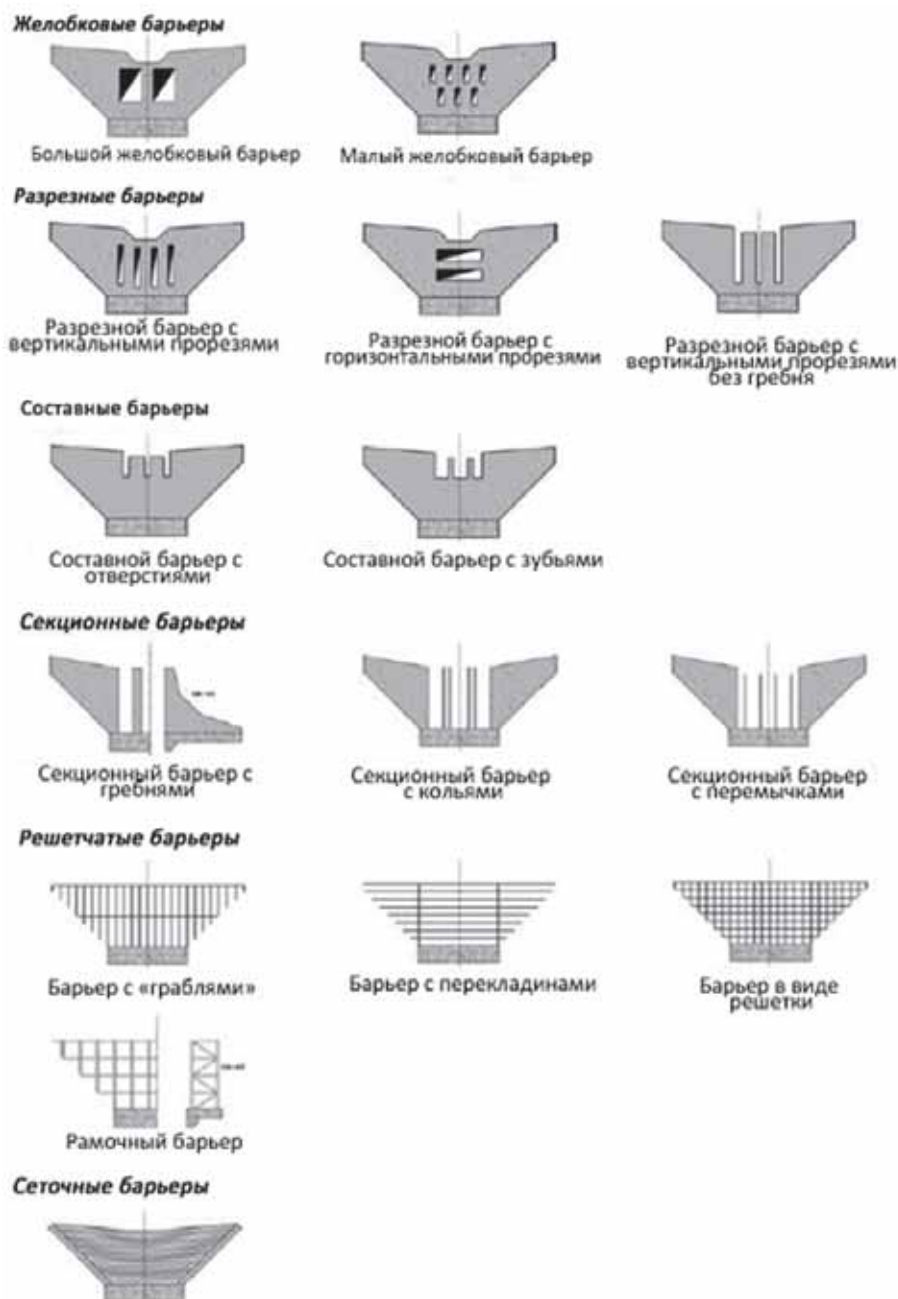


Рисунок 25: Типы открытых барьеров (Якоб и Хангр , 2005)

5.2.4 Преграда для селевых потоков

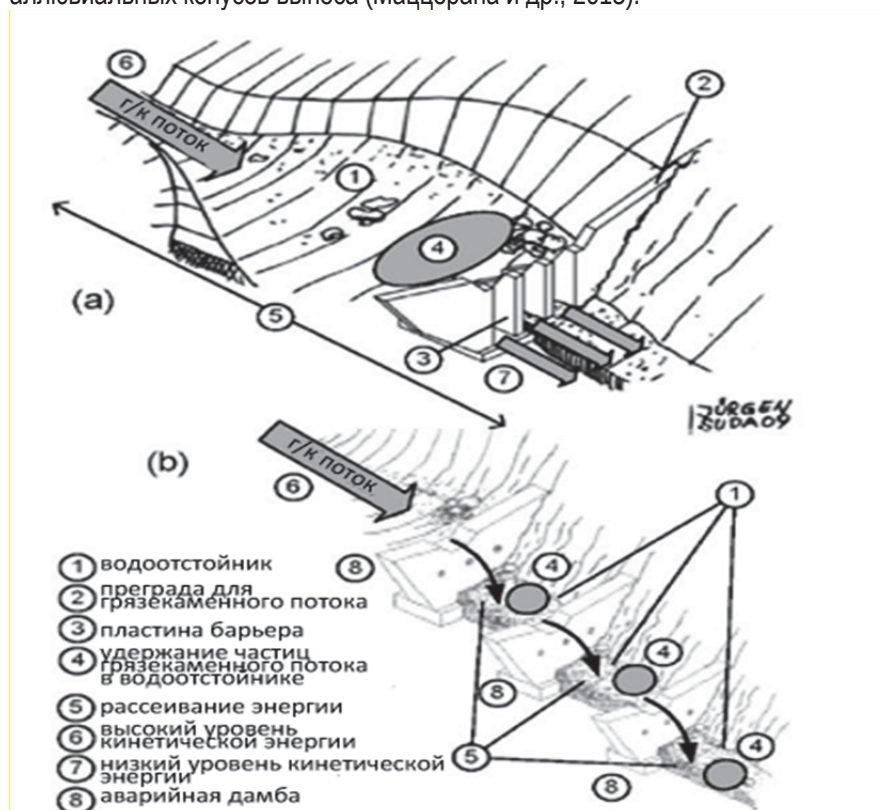
5.2. Преграда для селевых потоков

Основная цель	Рассеивание энергии
Тип мер	Активные (Структурные) Жесткие
Местоположение	Участки переноса наносов/участки отложения наносов
Сфера воздействия	Местный/Водосборный бассейн

Описание

Целью строительства преград для селевых потоков или каскада аварийных плотин является рассеивание энергии (силы) селевого потока.

Рассеивания энергии можно достичь, разбив силу нагона воды или трансформацией процесса перемещения. Этого также можно достичь путем непосредственного воздействия на процесс потока с помощью массивных структур (преграды для грязекаменного потока) или с помощью ряда аварийных плотин, проходя через которые селевой поток теряет свою силу, падая вниз и проходя через разливные бассейны. Обычно преграда для селевого потока строится в сочетании с накопительным бассейном (водоотстойником), где оседает часть селевого потока. Преграды для грязекаменных потоков являются самой важной структурой функциональной сети структур по борьбе с грязекаменными потоками. Аварийные плотины больше подходят для участков отложения осадков, аллювиальных конусов выноса (Мацзорана и др., 2015).



Схематическое изображение (а) преграды для грязекаменного потока, для рассеивания энергии и (б) каскад аварийных дамб для трансформирования процесса селевого потока (Рудольф Миклау Суда, 2011)



Слева: преграда для грязекаменного потока, секционные барьеры из пластин, справа: каскад аварийных плотин, комплексный барьер (Маццорана и др. 2015)

Технические условия	Преграды для грязекаменных потоков необходимо строить в виде массивных структур из армированного бетона. При необходимости можно построить несколько последовательных преград для грязекаменных потоков. То же самое касается аварийных плотин, где можно построить каскад плотин, если необходимо для того, чтобы достичь желаемого уровня рассеивания энергии.
Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Непосредственная
Стоимость	Высокая
Ремонт и содержание	Проверка структурной стабильности Вычищение наносов после бедствия Ремонт после бедствия
Критерий оценки	Удержанный объем селевого потока Удержание структуры во время бедствия
Примечания	
Литература	(Маццорана и др., 2015), (Рудольф Миклау и Суда, 2011), (Бергмейстер, Суда, Хюдл, Рудольф Миклау, 200)

5.2.5 Дозирующие и фильтрующие плотины

Дозирующие и фильтрующие плотины	
Основная цель	Дозирование Фильтрация
Тип мер	Активные (структурные) Жесткие
Местоположение	Участок переноса наносов
Сфера воздействия	Местный/водосборный бассейн
Описание	Дозирующая структура временно удерживает грубые донные наносы пикового селевого потока и раскидывает осадочные отложения контролируемым способом, с уменьшающимся расходом воды. Фильтрация направлена на селективное удержание грубых твердых компонентов, таких как валуны, большие камни, лес, прибитый к берегу и т.д., тогда как мелкие измельченные частицы донных наносов могут пройти через фильтрующую структуру. Размер фильтрации должен быть приложен к размерам твердых компонентов, которые представляют большой риск для участков вниз по течению, например, блокируя мосты или другие узкие места. Обычно для удерживающих и фильтрующих структур используются большие желобковые барьеры. (Маццорана и др., 2015)



Схематическое изображение большого желобкового сетчатого барьера для дозирования и фильтрации потока (Рудольф Миклау и Суда, 2011)



Большой желобковый сетчатый барьер (Маццорана и др., 2015)

Технические условия	Дозирующие и фильтрующие дамбы необходимо строить в виде массивных структур из армированного бетона
Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Непосредственная
Стоимость	Высокая
Техническое обслуживание	Проверка структурной стабильности Вычищение наносов после бедствия Ремонтные работы после бедствия
Критерий оценки	Удержанный объем селевого потока Удержание структур во время бедствия

Примечания

Литература (Маццорана и др., 2015), (Рудольф Миклау и Суда, 2011), (Бергмейстер, Суда, Хюбл и Рудольф Маклау, 200)

5.2.6 Преграды по задержанию поверхностного стока

Преграды по задержанию поверхностного стока	
Основная цель	Задержание поверхностного стока
Тип мер	Активные (структурные) Жесткие
Местоположение	Участки наноса отложений/участки отложения осадков
Сфера воздействия	Местный/водосборный бассейн
Описание	Преграды по задержанию поверхностного стока применяются тогда, когда пропускная способность участков в нижнем течении (например, в поселках) недостаточна для того, чтобы удержать селевые потоки. Для того, чтобы удержать осадочные отложения и остатки органических веществ (отложения, наносы) используются естественные или искусственные резервуары. Для задержания поверхностного стока воды применяются желобковые преграды небольшого типа. (Маццорана и др., 2015)



Схематическое изображение большого желобкового решетчатого барьера для дозирования и фильтрации (Рудольф-Миклау и Суда, 2011)



Большой желобковый решетчатый барьер (Мацзорана и др., 2015)

Технические условия	Определение размера пропускной способности на участках вниз по течению
Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Непосредственная
Стоимость	Высокая
Техническое обслуживание	Регулярное выкапывание отложенных осадков и наносов Проверка стабильности Вычищение наносов после бедствия Ремонтные работы после бедствия
Критерий оценки	Удержанный объем наносов и осадочных отложений Удержание структур во время бедствия
Примечания	Барьеры по задержанию неэффективны, если непосредственно подвергаются силе селевого потока (Мацзорана и др., 2015)
Литература	(Мацзорана и др., 2015), (Рудольф Миклау и Суда, 2011), (Бергмейстер, Суда, Хюбл и Рудольф Миклау, 200)

5.2.7 Сеточные преграды/гибкие преграды (Венделер, 2016)

Сеточные преграды/гибкие преграды (Венделер, 2016)	
Основная цель	Задержание поверхностного слоя/фильтрация
Типы мер	Активные (структурные) Жесткие
Местоположение	Участки наноса отложений (верховья реки)
Сфера воздействия	Водосборный бассейн

Описание	Идея создания гибких кольцевых сеточных барьеров для контролирования селевых потоков пришла от преград, образовавшихся в результате горных обвалов, которые, как оказалось, также удерживают тут и там селевые потоки или оползни. Они также действуют, как препятствие и как сетка для селевых потоков, которая удаляет воду из смеси грязекаменного потока и удерживает твердые материалы. Кольцевая сеть удерживает грубые обломочные породы, камни и более крупные деревянные наносы, тогда как растворенная грязь может пройти вместе с водой. Размер сети и основных отверстий определяет размер проходящего или удерживаемого наносного материала. При необходимости можно использовать более мелкую сеть для удержания мелких органических веществ. В зависимости от ширины поперечного сечения можно применить два способа сооружения гибких кольцевых сеточных барьеров.
----------	---

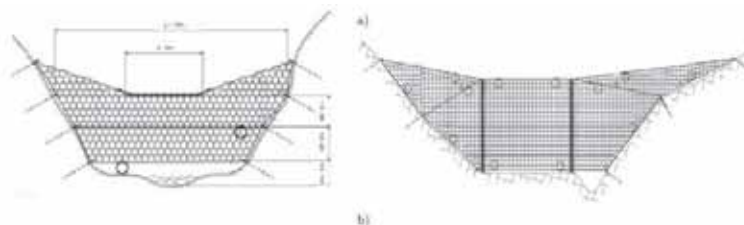
Узкие пролеты каналов можно контролировать с помощью натягивания кольцевой сети с одной стороны канала прямо на противоположную сторону, в то время как на более крупные пролеты необходимо использовать систему с промежуточными столбами.



Принцип дренажа и задержание поверхностного стока кольцевыми сеточными барьерами (Венделер, 2016)



Дополнительная мелкая сеть на кольцевом сеточном барьере удерживает грязекаменный поток со склона и его очень мелкие частички (Венделер, 2016)



Слева: система без столбов для узких пролетов, справа: система с опорными столбами для широких пролетов

Технические условия	Поддерживающие тросы перебрасываются с одного берега канала на другой, обычно с одним или двумя тормозными элементами. Канат с законцовкой (винглетом) перебрасывается от верхнего анкера на другой верхний анкер с вертикальной шайбой на обеих сторонах канала. Функция винглетов состоит в том, чтобы не допустить боковой эрозии на берегу, когда барьер будет заполнен путем проталкивания основного грязекаменного потока к центру барьера. Два каната, расположенные по краям сетки от верхнего до нижнего
---------------------	---

анкера, отмечают боковые концы барьера. После того как барьер будет заполнен, кольцо, формирующее тормозной элемент, уменьшается в диаметре, становится длиннее, и длина каната соответственно увеличивается. Таким образом, тормозные элементы рассеивают энергию грязекаменного потока, снижая тем самым нагрузку на конструкцию сетевого барьера.

Анкеровка (стабилизация) сетевых барьеров имеет важное значение и, в общем, является сложным процессом. Иногда нижний слой почвы не может выдержать достаточно нагрузки. В каменных субстратах, каменные анкера можно вставить путем бурения. Для менее твердых субстратов, обычно рекомендуется использовать саморезные анкера или же просверленные канатные анкера с обшивкой. Необходимая длина анкера может достигать 10 м., а иногда и больше. При использовании более низких анкеров, при расчете длины анкера следует принимать во внимание возможный срыв головки анкера.

Кольцевая сеть состоит из переплетенных между собой проволочных колец, размер диаметра которых зависит как от конструкции кольцевой сети, так и от предполагаемого размера частиц, которые должна удерживать эта сеть. Типичный диаметр составляет от 0 до 50 мм, а диаметр проволоки около мм. После того как барьерная сеть наполняется, оставшийся селевой поток не может быть удержан и перетекает через сеть. Нагрузка и касательное напряжение оставшегося селевого потока может повредить сеть, таким образом сверху кольцевой сети добавляется надежная защита от абразивного износа.



Схематическая конструкция гибкого барьера для грязекаменного потока (Венделер, 2016)



Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Непосредственная
Стоимость	Средняя
Техническое обслуживание	Проверка кольцевой сети на коррозию Проверка стабильности анкерных креплений Вычищение наносов после бедствия Восстановление кольцевых сетей после бедствия

Критерий оценки	Проведение испытания анкеров на сцепление перед установкой сети Объем удержания селевого потока Удержание структур во время бедствия
Примечания	Сетевые барьеры с базальными отверстиями позволяют большинству водных животных беспрепятственно проходить через сети. Визуально сетевые структуры более филигранны по сравнению с твердыми деревянными или бетонными барьерами, таким образом, ландшафтный вид меньше затрагивается.
Литература	(Венделер, 2016), (Фолквейн, Венделер и Гуасти, 2011), (Фонсека, Квинтана, Мегал и Рот, 200)

5.2.8 Плотины Сабо (в отличие от преград по задержанию поверхностного стока)

Плотины Сабо (в отличие от преград по задержанию поверхностного стока)	
Основная цель	Задержание поверхностного стока
Тип мер	Активные (структурные) Жесткие
Местоположение	Верховье реки, участки наноса отложений
Сфера воздействия	Водосборный бассейн
Описание	Плотины Сабо были разработаны в Японии. В отличие от вышеупомянутых плотин, целью плотин Сабо является полное удержание твердых стоков



Рис. 2.2. Различные функции плотины Сабо



Плотина Гасуке Сабо в Японии; Слева: пустая, Справа: с удержанными осадочными отложениями. (Мицуюма, 200)

Технические условия	Плотины Сабо необходимо строить в виде массивных структур из армированного бетона.
Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Непосредственная
Стоимость	Высокая
Техническое обслуживание	Регулярное выкапывание осадочных отложений и наносов. Проверка структурной стабильности Вычищение наносов после бедствия Ремонтные работы после события.
Критерий оценки	Удержанный объем наносов и осадочных отложений Удержание (сохранение) структуры во время бедствия
Примечания	
Литература	(Мицуюма, 200), (, 200)

5.2.9 Отводящие и проводящие структуры

Отводящие и проводящие структуры	
Основная цель	Отведение/Контроль за селевыми потоками
Тип мер	Активные (структурные) Жесткие
Местоположение	Участок отложения наносов, аллювиальный конус выноса, грязевой конус
Сфера воздействия	Участок отложения наносов, аллювиальный конус выноса, грязевой конус
Описание	Целью строительства отводящих и проводящих структур является направление грязекаменного потока контролируемым способом. Течение грязекаменного потока на участке отложения наносов можно изменить путем строительства берегоукрепительных сооружений или контролировать с помощью массивных стен. Путем строительства таких стен течение грязекаменного потока можно направить через жилые поселения по ответвленным каналам или перенаправить поток в другое русло, в обход жилых поселений.



Проведение грязевых потоков через села в Италии через ответвленный канал. После бедствия канал можно промыть, направив в него потоки воды (Неизвестно)



Мост для прохождения грязевого потока, защищающий дорогу во Франции (Неизвестно,)



Слева: несколько канав для прохождения грязевых потоков в конусе выноса с бурными потоками (Бергмейстер, Суда, Хюбл и Рудольф-Маклау, 2009)

Технические условия	
Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Непосредственная
Стоимость	Средняя Высокая
Техническое обслуживание	Проверка структурной стабильности Ремонтные работы после бедствия
Критерий оценки	Пропускная способность Успешное отведение потока
Примечания	
Литература	(Бергмейстер, Суда, Хюбл и Рудольф Маклау, 200)

5. Планирование землепользования и снижение риска

Информационный бюллетень: Планирование землепользования	
Основная цель	Снижение уязвимости Снижение риска
Тип мер	Пассивные (неструктурные)
Местоположение	Жилые поселения/участки отложения наносов/аллювиальный конус выноса/грязевой конус
Масштаб	Местный
Описание	Риск опасности паводковых явлений/наводнений представляет собой комбинацию потенциальных опасностей и подверженности этой опасности. Повреждения паводкового характера тесно связаны с поселками, плотностью населения, развитием инфраструктуры и сельского хозяйства. Целью планирования землепользования является обеспечение рамочной структуры для определения инфраструктуры и поселков, например при вынесении законодательного запрета на строительство жилых зданий на территориях, подверженных риску селевых потоков.

На снимке внизу показано соответствующее землепользование в рамках аллювиального конуса выноса недалеко от города Инсбрук, Австрия. Жилые участки расположены на левой стороне, в то время как на территории аллювиального выноса расположены только сельскохозяйственные угодья.



Соответствующее землепользование на территории аллювиального конуса выноса, Австрия (Якоб и Хангр, 2005)

Технические условия	Картирование рисков и проведение согласованных законодательных и административных процедур для обозначения запрещенных зон, например, для строительства жилых домов, дорог и т.д. В зонах с повышенным риском воздействия селевых потоков, дальнейшее строительство поселков и инфраструктуры должно быть запрещено.
	Определение строительных норм и положений в опасных территориях может помочь снизить ущерб, наносимый зданиям и инфраструктуре.
Продолжительность мер до достижения максимальной эффективности	Короткая Длительная
Стоимость	
Техническое обслуживание	Обеспечение соблюдения законодательства
Критерий оценки	Фактическое землепользование в соответствии с законодательными ограничениями. Карты рисков и карты землепользования, разработаны и изданы при соответствующей координации.
Примечания	
Литература	(Якоб и Хангр, 2005)

6 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- АЦРСБ. (2006). Таджикистан. Страновой отчет. Азиатский центр по снижению риска стихийных бедствий (АЦРСБ).
- Бергмейстер, К.С. М. (200). ch t a we e e en ach e ah en. nst и ohn, 02 6 .
- Бергмейстер К., Суда Дж., Хёбл Дж. и Рудольф Миклау Ф. (200 ,). ch t a we e e en ach e ah en. nst и ohn, e a ch te t n techn sche ssenscha ten и o. . : 10.1002/ 6002
- Бертл, Ф. (1 66). Воздействие поверхностного стока на уплотнение снега из за дождя. Бюро США по мелиорации, инженерная монография № 5.
- Бюльманн Э., Вольфграмм Б., Маселли Д., Хурни Х., Сангинов С. и Линигер Х. (2010). Поддержка принятия решений на основе географической информационной системы для планирования мер в области сохранения почвенных ресурсов в Таджикистане. Общество охраны почв и водных ресурсов. Журнал по сохранению почвенных и водных ресурсов, 65 (): 151 15 .
- Каритас. (2006). Исследование по управлению водосборными бассейнами. Проект по защите берегов реки и диалог по рискам . Каритас Люксембург.
- Каритас. (2012). План деятельности Чукуракского водосборного бассейна. Каритас Швейцария.
- . (201). , Таджикистан: Справочник по управлению природными ресурсами. Техника биоинженерии почвы для защиты и стабилизации склонов.
- . (201). Техника биоинженерии почвы, Брошюра 2. , Сокращение деградации земель и предотвращение опустынивания через развитие управления природными ресурсами в Таджикистане.
- . (2010). Технические стандарты и руководящие указания по проектированию сооружений для борьбы с паводковыми явлениями. Департамент общественных работ и автомобильных дорог Японское агентство международного сотрудничества.
- Драгицевич, ., Карлеуса, . и Ожанич, . (2016). Обзор применения метода Гавриловича. Градевинар: : 10.1 256/ .1602.2016
- Драгицевич, ., Карлеуса, . и Ожанич, . (201). Метод чувствительности к эрозионному потенциалу (метод Гавриловича). Исследования почвы и воды, 51 5 . : 10,1 221/2 /2016
- Дворак Й. и Новак Л. (ред.). (1). Сохранение почвы и лесоводство (том 2). Эльсевиер. : https:// o.o /10.1016/ 0166 2 1(0) 006 0
- ФАО. (1 6). *Борьба с оврагообразованием*. Выборка из полевого руководства ФАО по управлению водосборными бассейнами: <http://www.ao.o / oc ep/006/a 0 2e/ 0 2e00.ht cont>
- ФАО. (1). Управление ирригационными водами: планирование полива Приложение 1: ФАО. Получено с сайта: <http://www.ao.o / oc ep/t 202e/t 202e00.ht ontents>
- ФАО. (201). Аквастат Таджикистан. Подборка из Глобальной информационной системы по водным ресурсам, Расчет долгосрочных годовых возобновляемых водных ресурсов (ВВР) по стране (в км /год, в среднем): <http://www.ao.o /n /wate /a astat/ a n/ n e .st>
- ФАО. (201 , 12 1). Руководство по управлению водосборным бассейном: меры и практический опыт по использованию склонов.Получено из архива корпоративных документов ФАО (Департамент лесного хозяйства): <http://www.ao.o / oc ep/006/a 0 e/ 0 e00.ht cont>

- ФУОС/Федеральный офис по охране окружающей среды. (2016). Защита от опасностей гравитационного перемещения горных пород. Руководство по комплексному управлению опасностями оползней, камнепадов и обломков горных склонов. Технический отчет. Федеральное ведомство по охране окружающей среды, Берн.
- Фонсека Р. Л., Кинтана С. Р., Мегал Л. Л. и Рот А. (200 , 6). Системы защиты от селевых потоков. Техника безопасности и охраны . Нажмите. : 10,2 5/sa e0 00 1
- Гаврилович З., Стефанович М., Милованович И., Котрик Дж. и Милоевич М. (200). Классификация паводковых явлений основа рационального управления эрозионными регионами. Серия конференций : Земля и наука об окружающей среде, , 0120 . Получено на сайте: <http://opscience.opo /a t c e/10.10 /1 55 1 0 / /1/0120>
- Граф Ф. (201). e t 56, e chte 22 6 . an enw n en ch t o ach n en tsch n en: nstt t chnee n aw nen o sch n an . o sch n sanstat a , chnee n an schat .
- ГЦДСВ. (201). Статистика по стране. Получено из Глобального центра данных по стокам воды, Всемирной метеорологической организации (ВМО), размещенного в Федеральном институте гидрологии Германии, Кобленц, Германия.: <http://www. a . e/ / / o e/ho epa e no e.ht>
- Хёбл, Дж. (201 ,). Нормативные акты и стратегии по уменьшению риска грязекаменных потоков в Австрии. МЦКОГР. (2012). Руководство по управлению рисками внезапных наводнений. Катманду, Непал: Международный центр комплексного развития горных районов (МЦКОГР). 2 115 265 0 (в печатной форме), 2 115 266 (в электронной форме).
- . (200). Руководство по передаче строительной технологии разработка системы предупреждения и эвакуации в случае стихийных бедствий в развивающихся странах. Технический отчет, Министерство земельных ресурсов, инфраструктуры и транспорта Институт развития инфраструктуры Японии.
- Якоб . и Хангр . (2005). Опасности грязекаменных потоков и связанные с ним явления (1 е изд.). Спрингер Верлаг Берлин Гейдельберг. : 10.100 / 1 65
- Джейни . и Гейтс . (201). n ene o o sche a wesen a e ew sse n, e 1 eta en e a s. ech. респ., o t n s ese schat ew sse entw c n , an EKAnstat wet, ess n en n at sch t a en tte e .
- Кнауф Д. (1 0). e e echn n es sses a s ene chnee ес е. , na e n e echn n o e sche sse. Группа 6, Гамбург: Парей, 1 .
- Льяно Ф. Л. (1). Управление бурными потоками и стабилизация русла рек (ФАО, Развитие земельных и водных ресурсов, серия изданий). Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций.
- Мэйдмент Д. (1). Справочник по гидрологии. 0 0 0 2 5.
- с aw пс. Мэйз, . (2010). Инженерия водных ресурсов. Джон Вили и сыновья.
- Маззорана Б., Питон Г., Пикко Л., Йошт С., Мозер М., Ягер Г., Штурм, М. (2015, 6). Руководство по планированию/проектированию эффективных структур по регулированию селевых потоков с минимальным воздействием на целостность осадочных отложений между бурными потоками в верховьях и рукавами рек вниз по течению (*проектный отчет SedAlp WP6 «Взаимодействие со структурами»*). тех. отчет, se a p.e . Получено с сайта <https://www. esea ch ate.net/p cat on/2 5>
- Мерц Дж., Дхакал М., Донгол Б. и Вейнгартнер Р. (2010). Количество и интенсивность дождевых осадков в водосборных бассейнах в сельской местности, в средних горах, Непал. стр. 51: 1, 12 1 , : 10,62 .

- Миланези Л., Пилотти М., Клеричи А. и Гаврилович З. (2015). Применение улучшенной версии метода эрозионного потенциала в альпийских районах. Итальянский журнал по инженерной геологии и окружающей среде. 10. 0 / .2015 01. 02
- Мизуяма Т. (200). Структурные меры противодействия по борьбе со стихийными грязекаменными паводками. Международный журнал по борьбе с эрозией, 1, . : 10,1 101/ есе.1.
- Нита .Д., Тудоза Н. . и Клинци И. (2011). Оценка и картирование бурных потоков в небольших облесённых водоразделах. Вестник Трансильванского университета Брашова, (5).
- Патт Х. (1). at nahe asse a : ntwc n n estat n on e ew sse n. p n e e a . 5 0 61666 .
- Ренард К., Фостер Г., Висис Г., Маккул Д. и Йодер Д. (1). *Прогнозирование эрозии почвы по качеству воды: руководство по планированию природоохранных действий с пересмотренным универсальным уравнением потери почвы*. Справочник № 0 . Министерство сельского хозяйства США. Сельское хозяйство.
- Риккенманн (1 6). e eschwn et n aehen n e s essen. asse , ne e, t, (11/12), 2 0 .
- Римбок А. (2015). a e sches taats nste wet n e a che sch t . Хоне, Райнер Майер, Карл Уолтер Краутблаттер, on a: ach e cht a e n e 2, ach e a n n a e n aten an a ten a s we ah h n e ten.
- Римбек А., Хоне Р., Майер К. и Вольтер Краутблаттер Р. (2015). ach e cht Бавария Тейл 1, Грундлаген Гефарен e a s o e n en. ech. респ., a e sches taats nste wet n e a che sch t .
- Рудольф Миклау Ф. и Суда Дж. (2011). Технические стандарты создания барьеров для грязекаменных потоков. Итальянский журнал по инженерной геологии и окружающей среде. : 10, 0 / .2011 0 . 11
- Шиллингер . (2001). n ene o o sche e sche n en an n eswasse st assen. Карлсруэ: Федеральный научно исследовательский институт технического обеспечения водных путей, Германия.
- Сенг Н. . (2011). Руководство по проектированию и строительству противопаводковых плотин для предотвращения и борьбы с пожарами на торфяных болотах. Отдел дизайна и строительства плотин, Малайзия.
- НТЦ. (2000). Методы и средства, изготовленные из натуральных материалов. Технический отчет, технический центр Сабо, Япония. Получено на сайте <http://www.sabo.go.jp/ntc/>
- СИДРО. (201). План аварийной готовности, гидроэлектростанция Нам Пау. Мьюз (Мьянмар), Дармштадт (Германия).
- Тотчинг Р. и //Фухс С. (201 , с. 1). Горные потоки: количественная оценка уязвимости и оценка неточностей. n eo , 155, 1 . : 10.1016/.en eo.2012.12.01
- , . . (2016, 0). Взято из Руководства по гидравлическому проектированию. Пересмотрено в июле 2016 г.: <http://online.ansl.org/ot/ot/online.htm>
- ЮНЕП. (201). Платформа данных о глобальных рисках. Взято из / ene a и :

<http://pew.nep.ch/>

Неизвестно. (). Меры по предотвращению грязекаменных потоков. Взято на сайте: <http://step.p.p./aes/e/e/002/es/owtation.p>

/Инженерный корпус СВ США/. (2016). Инструкции по установке водомерной рейки : Инженерная техническая служба армии США.

Вольквейн ., Венделер . и Гуасти Г.. (2011). Проектирование гибких барьеров для грязекаменных потоков. Итальянский журнал по инженерной геологии и окружающей среде. : 10, 0 / .2011 0 . 11

ВБ. (201). Отчет об оценке опасности Защита от наводнений № 1. Оценка стихийных бедствий при реконструкции критической инфраструктуры в области транспорта и защиты от наводнений в Республике Таджикистан. Душанбе, Таджикистан: Всемирный банк.

Уэнделер . (2016). Системы защиты от грязекаменных потоков на горных потоках. Основные принципы планирования и расчета гибких барьеров. Технический отчет, Швейцарский федеральный институт по исследованию лесов, снежного покрова и ландшафта . Получено с сайта www.wsl.ch/patenten/p/15501.p

Уиттакер, Дж. Дж. (196). Блохшвелен, Выпуск № 1. Цюрих, Швейцария: Гидравлическая лаборатория, Цюрих.

Вишмайер В. и Смит Д. (1998). Прогнозирование потерь от эрозии в результате осадков руководство по планированию природоохранных действий. Справочник № 5 . Министерство сельского хозяйства США. Сельское хозяйство.

ВФДП (2016). Всемирный фонд дикой природы, Вашингтон, округ Колумбия, США: Управление паводками в естественных условиях: Зеленый справочник (Зеленый справочник по борьбе с наводнениями). Получено на сайте <http://enr.com/resources/ood/oodianaent>



*Empowered lives.
Resilient nations.*

Часть II: Гидрологические расчеты с пошаговыми примерами

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Этот документ был подготовлен с целью оказания поддержки Правительству Таджикистана в рамках Программы управления рисками стихийных бедствий (УРСБ) Программы развития ООН (ПРООН). ПРООН оказывает помощь стране в проведении общенациональной оценки рисков стихийных бедствий, отборе и реализации мер по снижению этих рисков, улучшении планирования раннего оповещения и управления стихийными бедствиями, обеспечения готовности и реагирования в случае стихийных бедствий, а также в укреплении потенциала поисково-спасательных групп.

Автор хотел бы поблагодарить группу ПРООН в Таджикистане за оказанную поддержку, вклад и ответственное отношение. Дискуссии и встречи, проведенные в Душанбе и во время полевых поездок, имели неоценимое значение для подготовки данного руководства.

Особую благодарность выражаем сотрудникам ПРООН Мичихиро Танабе, Илхому Сафарову и Фирдавсу Файзуллоеву за их приверженность и активное участие в предоставлении автору необходимой информации и данных, а также за оказанную помощь в организации и проведении встреч. Большой благодарности заслуживает г-н Келли, консультант ПРООН в Таджикистане по управлению рисками, за его вклад в разработку организационной и институциональной рамочной программы по борьбе с наводнениями в стране. Также выражается благодарность партнерам по проекту за их помощь и вклад в предоставлении примеров передовой практики, в частности из АКТЕД (ACTED), КЭМП Табиат, Итальянской международной гуманитарной организации (CESVI), Германской агроакции (Welthungerhilfe) и Германского общества по международному сотрудничеству (GIZ).

И наконец, что не менее важно, благодарности заслуживает также д-р Майкл Бах из консалтинговой компании САЙДРО (SYDRO), который помогал автору в компилировании программного и аппаратного обеспечения и поделился своим опытом в концептуализации борьбы с наводнениями с применением экосистемных мер.

28 марта 2018 года
Доктор Хьюберт Лохр

Содержание

1	ПОШАГОВЫЙ ПРИМЕР	6
1.1	Участок, взятый для примера	7
1.2	Анализ ГИС	8
1.3	Анализ дождевых осадков	11
1.4	Параметры суб-бассейнов	15
1.5	Анализ расхода воды	15
1.6	Карта наводнений и риска затопления территорий	21
1.7	Управление водосборным бассейном - террасирование	23
1.8	Противопаводковые плотины	27
1.9	Продольные структуры и стабилизация русла реки	30
1.10	Обобщение пошагового примера	33
2	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ГИДРОЛОГИИ И БОРЬБЕ С НАВОДНЕНИЯМИ	34
2.1	Процессы поверхностного стока воды и формирование паводков в водоразделе	34
2.2	Кривые интенсивности-продолжительности-частоты (кривая ИПЧ)	36
2.3	Расчет поверхностного стока воды	37
2.4	Расчет снежного покрова	41
2.5	Оценка эрозии	42
2.6	Гидравлические расчеты	45
2.7	Перенос осадочных отложений	48
2.8	Развитие стабилизации русла реки	52
2.9	Передовые методы	53
2.10	Стоки воды на крутых участках местности и оценка содержания наносов	52
3	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59

Рисунки

Рисунок 1:	Месторасположение участка, взятого для примера.....	2
Рисунок 2:	Фото выбранного участка	3
Рисунок 3:	ЦРМ РТС30 DEM по окрестностям Муминабада	3
Рисунок 4:	Направления потока.....	4
Рисунок 5:	Наращивание потока.....	4
Рисунок 6:	Расчёт сетей речных потоков	5
Рисунок 7:	Суб-бассейны	5
Рисунок 8:	Уклон, рассчитанный по ЦРМ РТС30	6
Рисунок 9:	Примерный график дождевых осадков со станции Ховалингского района и по РСКП	7
Рисунок 10:	Устранение отклонений по количеству ежедневных осадков по р-ну Ховалинг	7
Рисунок 11:	Кривая ИПЧ, выведенная по ежедневным значениям по Ховалингскому району, на дождемерном пункте.....	9
Рисунок 12:	Гидродинамическая сетка выбранного участка на основе модели Talsim-NG	12
Рисунок 13:	Графический интерфейс пользователя для суб-бассейнов и участков реки – модель Talsim-NG	13
Рисунок 14:	Штормовой профиль или распределение дождевых осадков в течение 60 минут	13
Рисунок 15:	Сравнение пиковых расходов воды для суб-бассейнов.....	14
Рисунок 16:	Гидрограф паводка для суб-бассейна 19	15
Рисунок 17:	Простое перемещение гидрографа паводка вдоль ручья.....	15
Рисунок 18:	Гидрографы паводков гидрологической модели на различных узлах водосборного бассейна.....	16
Рисунок 19:	Определение соответствующего поперечного сечения потока для гидравлических расчетов 16	
Рисунок 20:	Карта затопления территории за 50-летний период повторяемости с количеством осадков 30 мм за 1 час (50a/1h)	18
Рисунок 21:	Время наступления пика паводка после сильного дождя (50a/1h).....	18
Рисунок 22:	Участки в верховьях реки для осуществления мер по управлению водосборным бассейном	19
Рисунок 23:	Тип террас в соответствии с документом ФАО, Полевое руководство по управлению водосборным бассейном; Меры и практика обработки склонов, 2017 г.)	19
Рисунок 24:	Пример ступенчатой террасы	
Рисунок 25:	Участки переноса наносов, которые подходят для сооружения противопаводковых плотин..	22
Рисунок 26:	Поперечное сечение участка реки для сооружения противопаводковых плотин.....	23
Рисунок 27:	Поперечное сечение противопаводковых плотин	24
Рисунок 28:	Поперечное сечение противопаводковой плотины, где осуществлялись/не осуществлялись водохозяйственные мероприятия на водосборе.....	25
Рисунок 29:	Территория для сооружения отводного канала	26
Рисунок 30:	Натуральное русло реки, на дне которого выложены каскады валунов (по работе Патта, 1998)	26
Рисунок 31:	Профиль ramпы в русле реки, приведенного в качестве примера по работе Патта, 1998.....	27
Рисунок 32:	Отводной канал с насыпью на левом берегу.....	27
Рисунок 33:	Поперечное сечение водоотводного канала	27
Рисунок 34:	Гидрологические процессы, связанные со стоками воды	29
Рисунок 35:	Пример кривой ИПЧ, разработанный на основе суточных значений, полученных со станции Хабурабад	32
Рисунок 36:	Номограмма для оценки фактора К (Вишмeyer и Смит, 1978).....	39
Рисунок 37:	Гидрологическая модель - от ГИС до гидродинамической сетки (КГИС и Talsim-NG)	48
Рисунок 38:	Накладывание линий потока по различным водоразделам.....	49
Рисунок 39:	Типичные гидравлические схемы 1D и 2D	51
Рисунок 40:	Случай применения гидравлической схемы 2D	52

Таблицы

Таблица 1: Матрица глубины, продолжительности и частоты осадков	9
Таблица 2: Параметры суб-бассейнов	10
Таблица 3: Параметры расчета пикового расхода воды рациональным методом	11
Таблица 4: Параметры подсчета объема наводнения и пикового расхода воды методом СОП	11
Таблица 5: Сравнение пиковых расходов воды	14
Таблица 6: Гидрологические свойства, воздействующие на формирование поверхностного стока.....	29
Таблица 7: Гидрологическое воздействие изменений в землепользовании	30
Таблица 8: Коэффициенты стока воды для водосборов в сельской местности	33
Таблица 9: Параметры метода уплотнения снежного покрова (Кнауф, 1980 и Бертли,1980)	37
Таблица 10: Коэффициент шероховатости по Маннингу (взято из работы TxDOT, 2016)	41
Таблица 11: Эквивалентные коэффициенты шероховатости песка (взяты из работы Патта, 1998).....	43
Таблица 12: Критические значения абсолютного напряжения для различных типов руслового материала	44
Таблица 13: Критическое абсолютное напряжение для укрепления берегов	45
Таблица 14: Критическое абсолютное напряжение (взято по работе Шиллинджера, 2001)	45
Таблица 15: Увеличение расхода воды из-за содержания наносов (Бергмейстер К.С.-М., 2009)	52

Руководство по управлению наводнениями в Таджикистане

Информация о документе

Проект	Укрепление потенциала снижения риска бедствий и реагирования
Страна выполнения проекта	Таджикистан
Документ	Руководство по снижению риска наводнений в Таджикистане
Дата	28.03.2018
Консультант	Д-р Инг. Хьюберт Лохр
Финансирующая организация	Правительство Японии, ПРООН Таджикистан

1 ПОШАГОВЫЙ ПРИМЕР

В этом разделе приведен пошаговый пример анализа участка, взятого для примера, от оценки количества осадков до расчета паводка. Можно использовать подход в пять этапов:

1. ГИС-анализ
2. Анализ осадков
3. Анализ расхода воды
4. Оценка путей потока
5. Выбор мер

1.1 Участок, взятый для примера

Выбранный участок расположен на юге Таджикистана недалеко от Муминабада

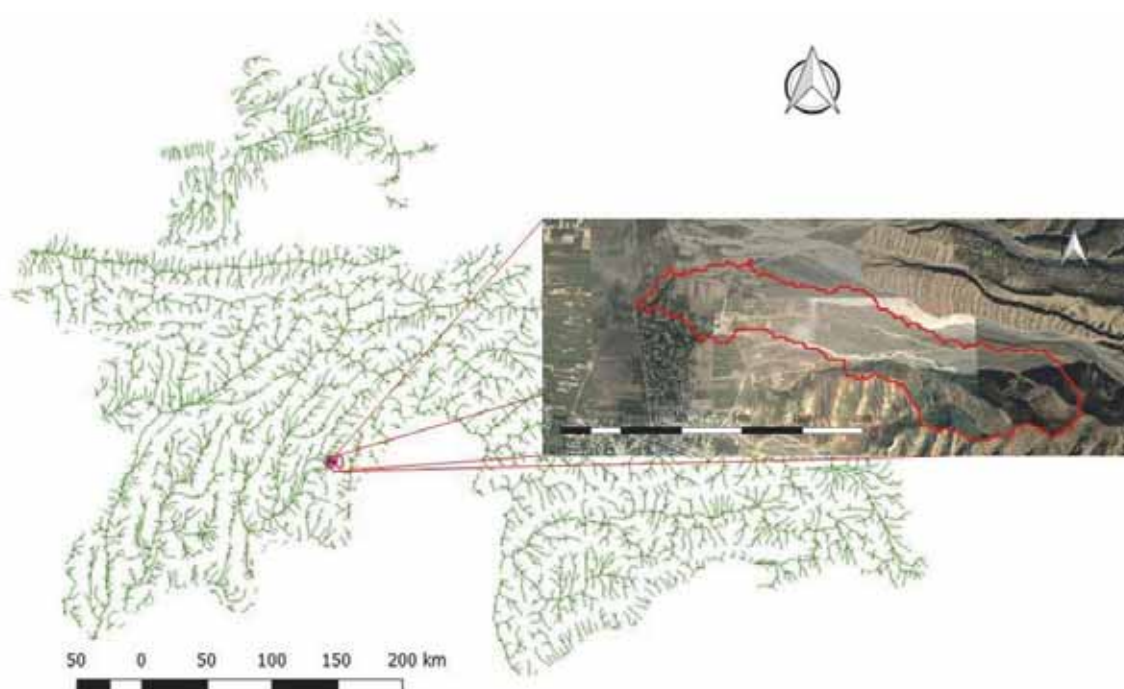


Рисунок 1: Месторасположение участка, взятого для примера

Участок, взятый для примера, объединяет в себе некоторые аспекты, которые могут быть характерны для небольших притоков и водосборов в Таджикистане. Высокие и местами крутосклонные территории в верховьях реки, узкие долины и долины с крутыми склонами, которые выравняются затем в большой аллювиальный веерообразный конус выноса. В этой области отмечаются только сезонные потоки, в которых течет вода после дождя. Площадь водосборного бассейна составляет 378 га, высота над уровнем моря варьирует от 1213 до 1886 м на расстоянии около 5 км. В верховьях реки местность горная, где сельскохозяйственных работ проводится мало. Большинство холмов, которые используются в качестве пастбищ, имеют скудную растительность, если таковая вообще имеется. Видны некоторые признаки эрозии. Один холм засажен мелкоукореняющимися растениями, кустарниками, здесь также посажены деревья и овощи. Эти работы были проведены под руководством организации Каритас Швейцария (Каритас, План развития водосборного бассейна Чукурак, 2012) и (Каритас, 2006) (см. часть III). Участки переноса наносов короткие и крутые, образующие неглубокие канавы, по которым вода течет только в течение короткого периода времени. Вниз по течению от участка переноса наносов территория расширяется, а уклон уменьшается. Узкие долины открываются, образуя зону осаждения осадков с широким разветвленным руслом реки и несколькими небольшими водотоками. Далее вниз по течению и к югу от русла главной реки расположены поселки, где некоторые здания возведены в непосредственной близости от небольших потоков воды.



Разветвленное русло реки на заднем плане



Холм, засаженный с левой стороны растениями организацией Каритас



Долина притока реки



Новые низины на переднем плане, на заднем плане – низины, засаженные деревьями

Рисунок 2: Фото с выбранного участка

1.2 Анализ с помощью ГИС

ГИС-анализ состоит из шести этапов, на основании которых были получены параметры для подсчета количества расхода воды.

Шаг 1: Получите цифровую модель высотных отметок рельефа участка, взятого для примера

Выберите интересующую (проблемную) область и загрузите РТС30 (1-дуговая секунда).

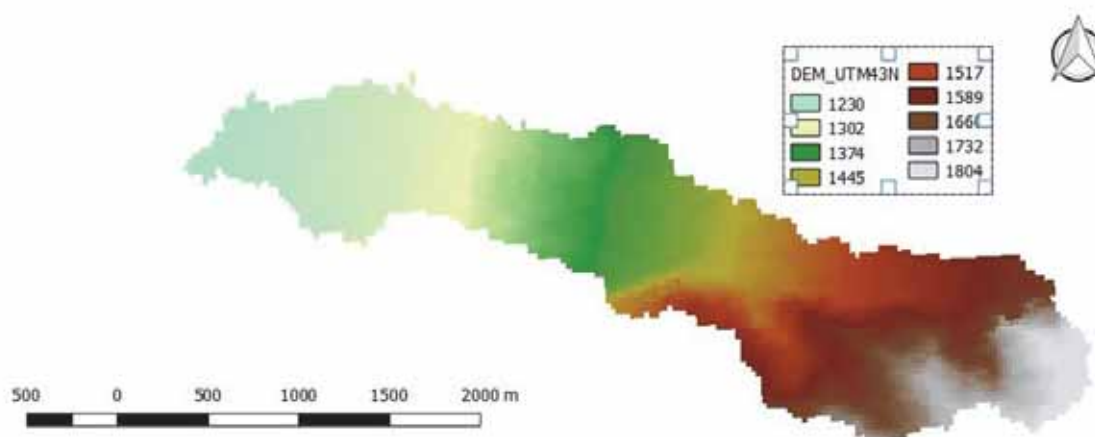


Рисунок 3: ЦМР* по данным РТС*30 в окрестностях Муминабада

Шаг 2: Расчет направления потока по РТС30

Используя ГИС можно рассчитать направления потока. Это является обязательным условием для всех последующих действий.

* ЦМР - Цифровая модель рельефа

* РТС - Радарная топографическая съемка

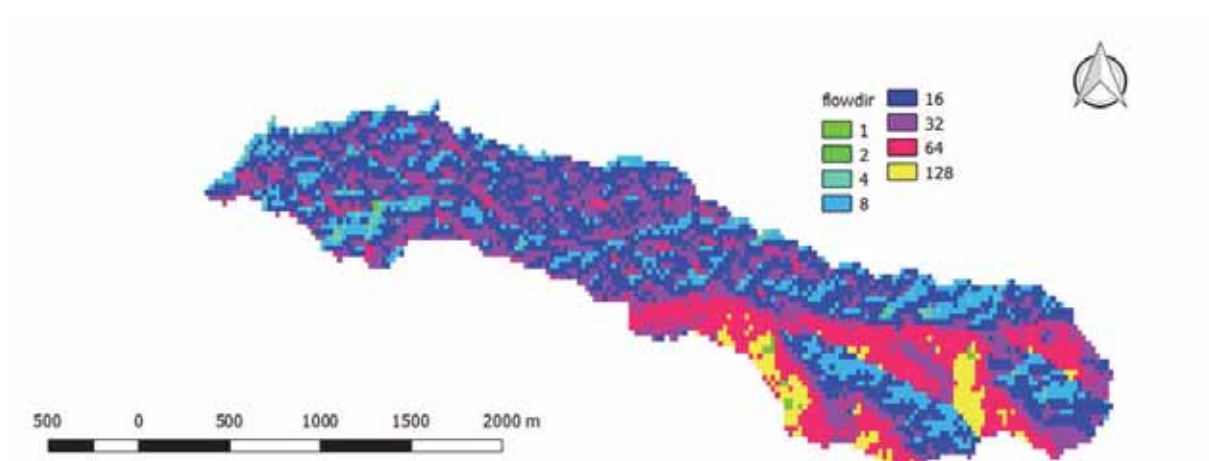


Рисунок 4: Направления потока

Каждый цвет представляет направление потока. Количество зависит от использованного инструмента. Принцип можно показать, используя пример из АркГИС (ArcGIS).



Интерпретация АркГИС (ArcGIS)

Шаг 3: Расчет наращивания потока по РТС30

Расчет наращивания потока необходим для того, чтобы на следующем этапе определить суб-бассейны. В каждой ячейке хранится несколько клеток по верховью реки. Этот шаг также используется для того, чтобы с точностью определить сеть стоков.

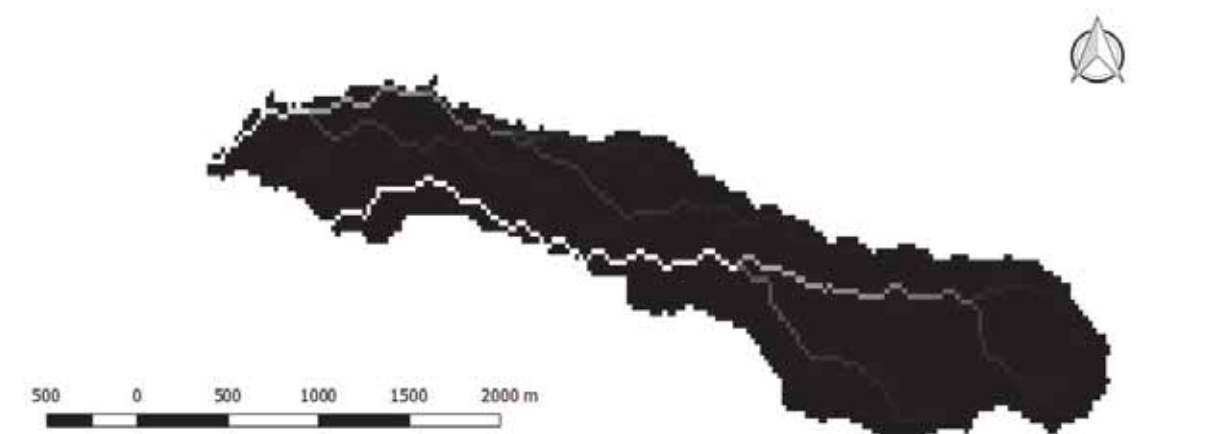


Рисунок 5: Наращивание потока

Серый оттенок указывает на количество ячеек вверх по течению, протекающих через соответствующую ячейку. Черный цвет означает отсутствие ячеек вверх по течению.

Шаг 4: Получение речной сети по РТС30

Сеть стоков важна для получения векторизованных данных о направлениях потока. Результат не обязательно должен совпадать с реальными реками, он указывает на самые крутые направления потока на основе анализа направлений потока, полученного из ЦМР. Большое количество ячеек вверх по течению, указывает на то, что весьма вероятно, что рассчитанный поток по РТС30 совпадает с реальной рекой.

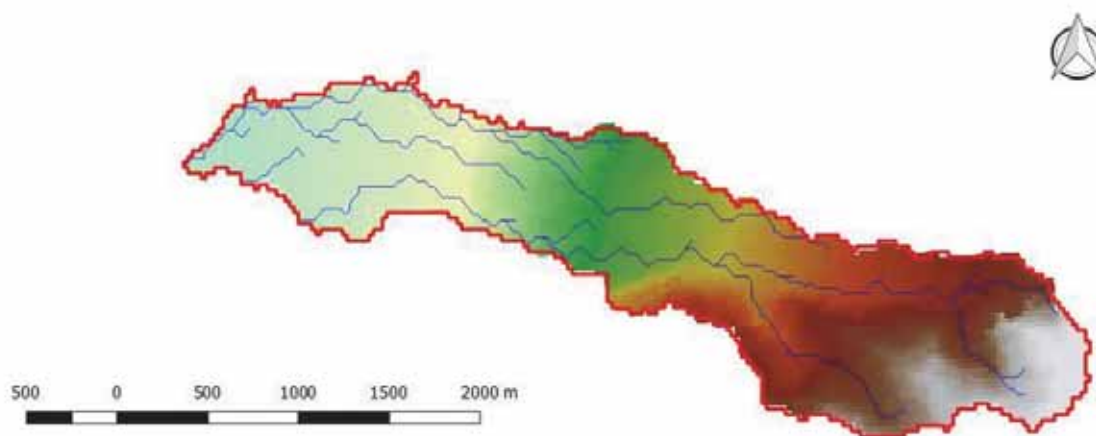


Рисунок 6: Рассчитанная сеть речных потоков

Сеть стоков служит средством для определения возможных траекторий потоков и определения направлений для осуществления дальнейших мер. Все же рекомендуется проводить перекрестную проверку и подтвердить сеть стоков на месте, выехав на место и используя местные знания.

Шаг 5: Определение суб-бассейнов на основе РТС30

На основе процедуры использования данных по аккумуляции потока и по сети речных потоков, можно определить место суб-бассейнов, путем применения порогового значения количества ячеек, образующих один суб-бассейн. Чем больше число, тем меньше создается суб-бассейнов. В качестве альтернативы, создаются точки начала течения, на месте которых строится суб-бассейн.

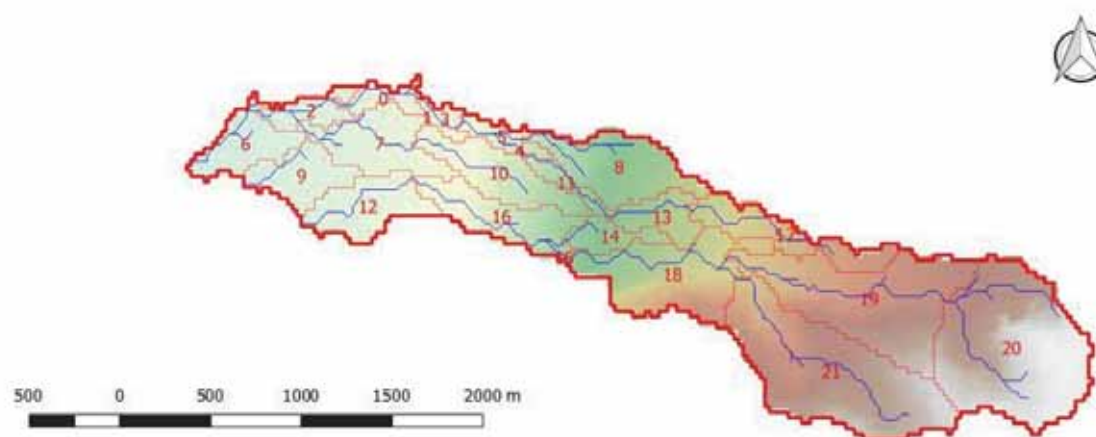


Рисунок 7: Суб-бассейны

Шаг 6: Формирование уклона

Очень полезный метод ГИС – это выведение уклона по ЦМР (цифровой модели рельефа). Уклон это сильный индикатор подверженности эрозии и используется во многих приложениях, например при оценке эрозии, времени концентрации, поверхностного стока воды, при планировании и определении места осуществления меры. Данные по уклону также необходимы для выведения параметров по подсчету расхода воды.

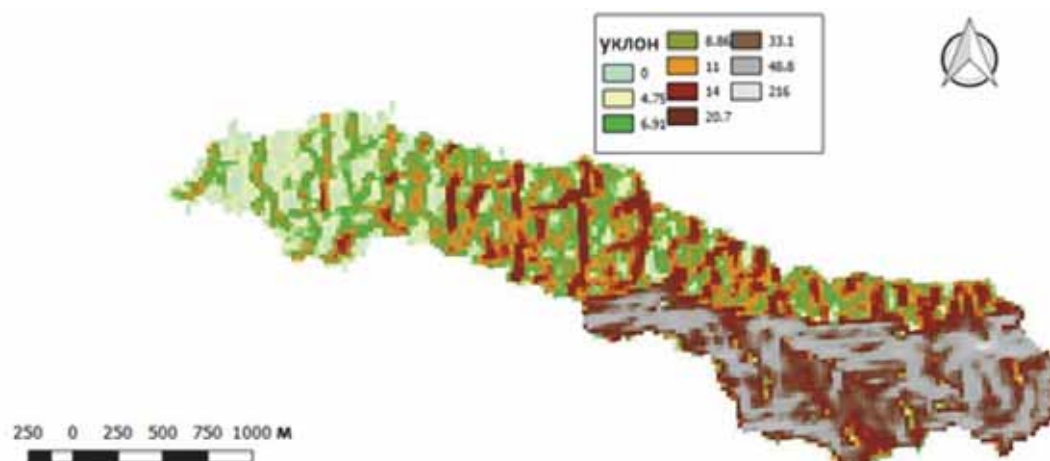


Рисунок 8: Уклон, рассчитанный по ЦРМ РТС30

Выстраивать категории не обязательно, но это облегчает чтение карты.

1.3 Анализ дождевых осадков

Для анализа паводков необходимо провести расчет атмосферных осадков-стоков воды, чтобы получить пиковые значения стока и паводков в случае, если наблюдения за расходом воды не проводились и статистических данных по расходу воды нет. Это, возможно, относится к большинству притоков и долин, которые не расположены рядом ни с одним из 89 гидропостов в Таджикистане.

Обязательным условием для расчета атмосферных осадков-стоков воды является наличие информации о глубине/продолжительности атмосферных осадков, привязанной к периоду повторяемости осадков.

Оценка количества атмосферных осадков дает основу для любых последующих расчетов. Этот процесс должен проводиться тщательно, и необходимо приложить определенные усилия, чтобы получить данные об осадках, которые имеют отношение к проектному участку. Это особенно сложно, учитывая наличие скудных данных в Таджикистане.

Есть два варианта:

- 1) Доступен анализ глубины/продолжительности/периодов повторяемости дождевых осадков
- 2) анализ не доступен, и необходимо получить необходимую информацию

Первый вариант удобен и не нужны дополнительные действия. В нашем случае, вариант 2 рассматривается, как стандартный вариант, поэтому мы сосредоточимся на варианте 2.

Например, на выбранном участке в Муминабаде был использован временной ряд по количеству осадков в Ховалинском районе. Временные ряды осадков можно получить в отделе метеорологии (см. часть I) или этот отдел проведет такой анализ по запросу.

Кроме того, в данном примере использованы данные, полученные в результате повторного анализа Системы климатических прогнозов (РСКП).

	Источник	Запрос	Время	Временное разрешение
1	Ховалинский район, Метеорологическая служба	Прямой запрос	январь 79 – декабрь 2011	ежедневно
2	Муминабадский район, РСКП	Загрузка	январь 79 – июль 2014	ежедневно

Платформа для загрузки данных показывает, имеются ли по выбранному району данные или нет, в зависимости от количества точек системы РСКП, которые включены в этот район.

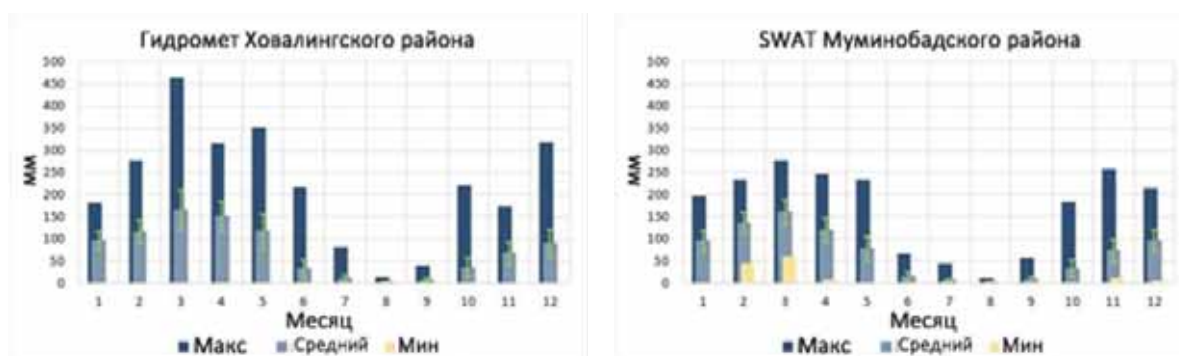


Рисунок 9: Примерный график дождевых осадков со станции Ховалингского района и по РСКП

Шаг 1: Устранение отклонений (аномальных значений измерений)

Временной ряд (1) содержит суточные значения глубины выпадения осадков с 1979 по 2011 год. Прежде чем проводить анализ, необходимо проверить этот ряд на наличие отклонений.

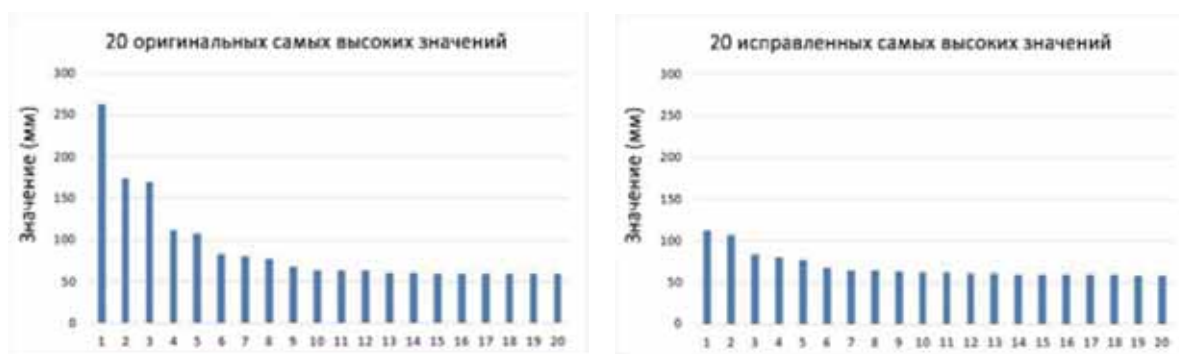


Рисунок 10: Устранение отклонений по количеству ежедневных осадков по р-ну Ховалинг

Выявить отклонения будет трудно, когда значения кажутся возможными, но все же выходят за рамки ожидаемого диапазона. Рекомендуется изучить этот вопрос, поскольку глубина экстремального выпадения осадков являются наиболее важным для статистического анализа. Обычно, экстремальные дождевые явления запоминаются, и люди в пострадавшем регионе могут помнить их. Стоит узнать мнение местного населения, если другого способа определить достоверность аномальных значений нет.

Шаг 2: Построение кривой интенсивности-продолжительности-частоты атмосферных осадков

Обоснование кривой интенсивности-продолжительности-частоты (ИПЧ) и кривой глубины-продолжительности-частоты (ГПЧ) атмосферных осадков объясняется в разделе 2.2. Это один из самых важных анализов и является мировым стандартом (Мейдмент, 1998).

Анализ ИПЧ предоставляет необходимые данные для расчета наводнений и паводковых явлений. Этот подход увязывает глубину осадков/длительность выпадения осадков с периодами повторяемости. Расчет расхода воды на основе кривых ИПЧ предполагает, что пиковый расход имеет тот же период повторяемости, что и дождевые осадки. Это упрощенный подход, но он отражает общепринятую практику выведения расчетных паводков.

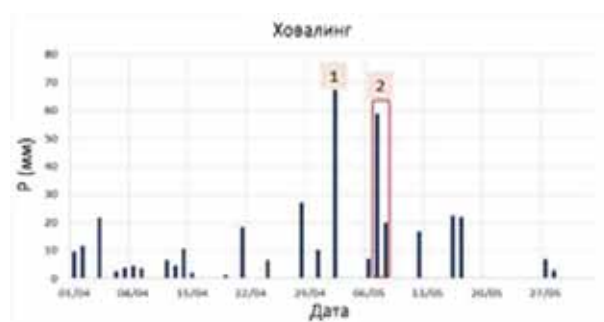
Для осуществления процесса получения кривых ИПЧ или ГПЧ требуются определенные усилия и базовые знания. Рекомендуется, чтобы такой анализ проводился Гидрометеорологическим центром в Душанбе. Ниже приводится прагматичный способ получения кривых ИПЧ, чтобы ознакомить с ними тех читателей, кто не имел дела с такого рода анализами.

1. Выберите максимальное количество осадков на каждый год. Начните с максимального периода 1 день, затем следующий 2-дневный период, следующий 3-дневный период, до следующего 6-дневного периода.

Максимальное суточное значение легко увидеть (правый снимок = май месяц), нарастающую величину за другие последующие дней не так легко определить. Анализ представлен ниже.

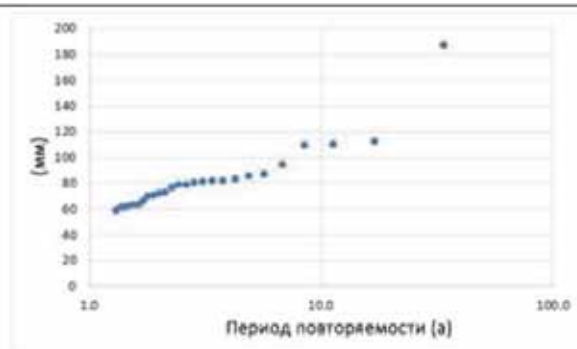
Максимальные значения			
1 день	2 дня	3 дня	4 дня
2	3	4	
P (мм)	P (мм)	P (мм)	P (мм)
67.3	78.6	85.5	85.5
02/05	07/05	06/05	05/05

Справа на снимке показан суточный максимум (2 мая) и 2-дневный максимум (7 мая).

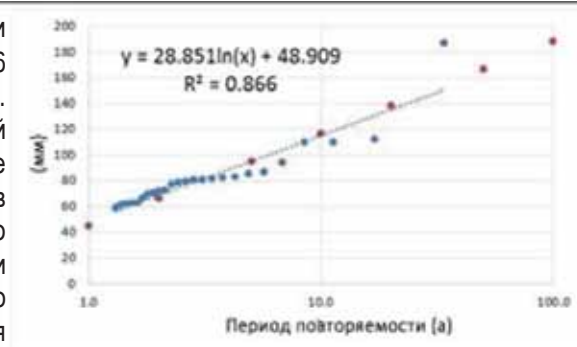


2. Рассортируйте все максимальные значения за все года и от 1 до 6 дней и рассчитайте период повторяемости с помощью простой эмпирической функции $RP(a) = (N+1)/i$, где:
N = количество лет
i = балл (1 = наибольший, **N** = наименьший)

Результат отображается по общему количеству осадков за 2 дня.



3. Создайте логарифмические трендовые линии в виде $RF (мм) = A \times \ln(x) + B$ за 1 день до 6 дней, где **x** - период повторяемости в годах. Оцените параметры **A** и **B**. Имея под рукой формулы **A** и **B**, можно получить готовые формулы для расчета глубины осадков, в зависимости от периодов повторяемости, по продолжительности осадков, равной или превышающей 24 часа. Для вычисления по меньшей продолжительности выпадения осадков, продолжайте с точки 4.

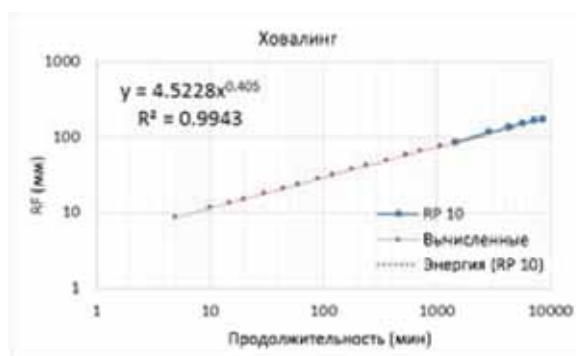


4. Выберите период повторяемости и для расчета глубины осадков в мм используйте все формулы от 1 дня до 6 дней. В таблице справа приведены значения для периода повторяемости за 10 лет.

	RP 10	RF (мм)
Продолжительность дождевых осадков	1	84
	2	116
	3	134
	4	153
	5	166
	6	173

- 5 Исчисленные осадки из точки 4 используются для оценки трендовой линии в качестве функции питания в виде формулы:
 $RF \text{ (мм)} = A \times D^B$ где: D = продолжительность выпадения осадков (мин)

С обеими осями, длительностью в минутах и осадками в мм, в логарифмической форме, функция мощности показывает сильную линейность, из которой можно рассчитать более короткую продолжительность осадков.



Путем расчета ряда периодов повторяемости и отображения их на одном графике, устанавливается полная кривая глубины-продолжительности-частоты (ГПЧ). Со ссылкой на расчетную глубину осадков на один час, можно построить кривую интенсивность-длительность-частота (ИДЧ). ГВП - это годовая вероятность превышения, величина обратная частоте или периодам повторяемости.

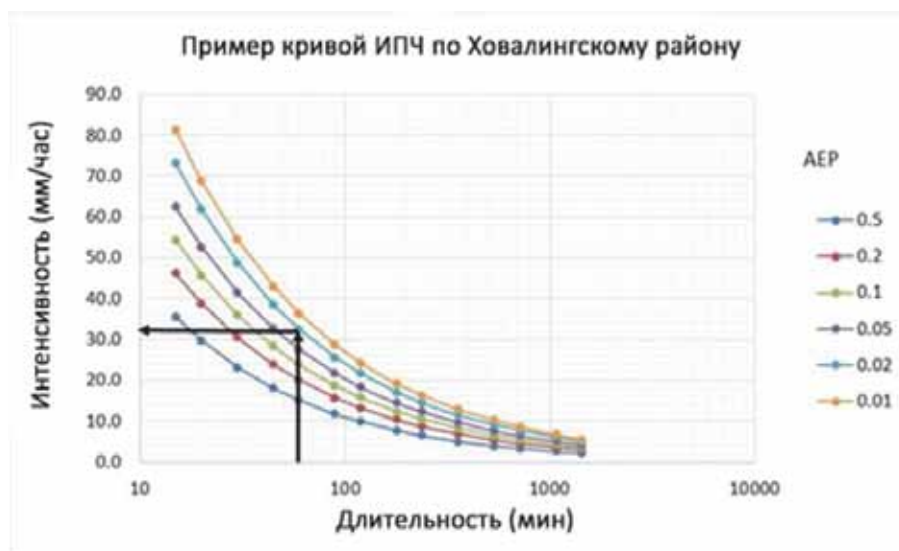


Рисунок 11: Кривая ИПЧ, выведенная по ежедневным значениям по Ховалингскому району, на дождемерном пункте

Теоретически, любая продолжительность осадков может быть рассчитана. На практике и без какой-либо проверки продолжительность дождя не должна превышать 1 час.

Например, был выбран 50-летний период повторяемости или 0,02 ГВП и 60-минутная продолжительность осадков. По рис. 11 получается значение 32 мм. С целью упрощения, снег не принимается во внимание. Тем не менее, эту величину можно получить путем оценки дождя и снега вместе взятых.

Таблица 1: Матрица глубины, продолжительности и частоты осадков. Элементы ≥ 30 мм обозначены синим цветом

		Период повторяемости[a]							
		0.5	1	2	5	10	20	50	100
Продолжительность дождевых осадков	5 мин	3.9	4.7	5.8	7.4	8.7	9.9	11.6	12.8
	10 мин	4.8	6.0	7.6	9.8	11.5	13.2	15.4	17.2
	15 мин	5.3	7.0	8.9	11.5	13.5	15.6	18.3	20.3
	20 мин	5.8	7.7	9.9	12.9	15.2	17.5	20.6	22.9
	30 мин	6.5	8.9	11.6	15.2	17.9	20.7	24.4	27.1
	45 мин	7.3	10.3	13.5	17.8	21.1	24.4	28.8	32.2
	1 час	7.9	11.4	15.1	20.0	23.7	27.5	32.5	36.3
	1.5 часа	8.9	13.1	17.6	23.5	28.0	32.5	38.4	43.0
	2 часа	9.7	14.6	19.6	26.3	31.4	36.5	43.3	48.4
	3 часа	10.9	16.8	22.9	30.9	37.0	43.2	51.2	57.4
	4 часа	11.8	18.6	25.5	34.7	41.6	48.6	57.7	64.7
	6 часов	13.2	21.5	29.8	40.8	49.1	57.4	68.3	76.6
	9 часов	14.9	24.8	34.8	47.9	57.8	67.7	80.8	90.8
	12 часов	16.1	27.5	38.8	53.7	65.0	76.2	91.1	102.4
	1 часов	18.1	31.7	45.3	63.1	76.5	90.0	107.8	121.2
	1 день	22.0	36.4	50.8	69.9	84.4	98.8	117.9	132.3
	2 дня	23.5	45.0	66.5	95.0	116.5	138.0	166.5	188.0
	3 дня	23.0	48.8	74.6	108.7	134.4	160.2	194.3	220.1
	4 дня	23.8	53.7	83.7	123.2	153.2	183.1	222.7	252.6
	5 дней	33.5	64.2	95.0	135.6	166.4	197.1	237.8	268.5
	6 дней	39.8	70.5	101.2	141.8	172.5	203.2	243.8	274.5

1.4 Параметры суб-бассейнов

Всего путем ГИС-анализа было создано 20 суб-бассейнов. Площадь параметров, минимальная/максимальная высота, длина потока и склон были рассчитаны с использованием возможностей ГИС, а данные по землепользованию были взяты из программы Google Планета Земля и проверены во время полевых поездок. Для оценки параметров необходимо использовать карты землепользования, карты почв и геологические карты, если таковые имеются.

Идентификатор бассейна относится к цифрам, приведенным на Рисунке 7.

Таблица 2: Параметры суб-бассейнов

Идентификатор бассейна	ПЛОЩАДЬ [га]	МИН [м]	МАКС[м]	СРЕДНЕЕ [м]	Макс. длина потока [м]	Средний уклон [%]	Почвенный покров
0	5.3	1251	1279	1265	554	5.1	Гравий, песок
2	7.2	1233	1260	1246	474	5.1	Культивиров. земли, гравий
3	3.3	1276	1300	1287	294	6.9	Гравий, песок
5	5.4	1292	1342	1315	618	8.7	Гравий, песок
6	13.6	1213	1245	1231	770	5.3	Городск. местность, зел. участки, гравий
7	19.7	1243	1298	1267	804	6.4	Гравий, редкая растительность
8	23.1	1324	1430	1377	1238	10.3	Гравий, песок
9	13.6	1231	1264	1246	772	5.5	Городск. местность, грунт. дороги, гравий
10	18.8	1276	1373	1318	1164	9.5	Гравий, наносные породы
11	4.3	1325	1382	1353	577	9.9	Гравий, песок
12	17.2	1244	1294	1265	799	7.1	Гравий, песок
13	9.4	1379	1429	1407	499	9.9	Гравий, песок
14	6.9	1357	1417	1382	660	10.1	Гравий, песок
16	18.8	1280	1372	1324	1110	9.9	Гравий, наносные породы
17	16.4	1418	1547	1475	1362	10.6	Гравий, песок
18	32.3	1362	1550	1443	1171	26.4	Наполовину гравий, наполовину
19	47.3	1445	1737	1558	1442	28.5	Скудная раст-сть, оголенная почва
20	59.4	1564	1886	1709	1107	41.1	Скудная раст-сть, оголенная почва
21A	28.2	1451	1754	1610	1685	33.6	Кустарники, трава, культивиров. земля
21B	28.2	1451	1754	1610	1685	33.6	Скудная раст-сть, оголенная почва

1.5 Анализ расхода воды

Анализ расходов воды может быть проведен различными способами. Здесь будут показаны и сопоставлены между собой три способа. Первый вариант - анализ расхода воды, основанный на применении рационального метода. Второй вариант - применение подхода СОП (Служба охраны почв США) и третий вариант - это гидрологическая модель.

1.5.1 Рациональный метод

Объяснение рационального метода дается в разделе 2.3.1. Подход основан на расчете пиковых расходов воды, в зависимости от размера территории, интенсивности осадков и коэффициента стока воды. Данный коэффициент был выбран с учетом особенностей рельефа местности, водопроницаемости грунта, вегетационного и аккумулирующего потенциала. Значения взяты из таблицы 8.

Таблица 3: Параметры расчета пикового расхода воды рациональным методом

Название	Ид-ция бассейна	Площадь [га]	C _r [-]	C _i [-]	C _v [-]	C _s [-]	C [-]	Q _p [м³/с]
Долина	0	5.3	0.14	0.08	0.14	0.1	0.46	0.19
Пригород	2	7.2	0.14	0.08	0.1	0.08	0.4	0.23
Долина	3	3.3	0.14	0.08	0.14	0.1	0.46	0.12
Долина	5	5.4	0.16	0.08	0.14	0.1	0.48	0.21
Городская местность	6	13.6	0.14	0.08	0.08	0.07	0.37	0.40
Долина	7	19.7	0.14	0.08	0.1	0.1	0.42	0.66
Долина	8	23.1	0.2	0.08	0.14	0.1	0.52	0.97
Городская местность	9	13.6	0.14	0.08	0.08	0.07	0.37	0.40
Долина	10	18.8	0.19	0.08	0.14	0.1	0.51	0.77
Долина	11	4.3	0.19	0.08	0.14	0.1	0.51	0.18
Городская окраина	12	17.2	0.16	0.08	0.14	0.1	0.48	0.66
Долина	13	9.4	0.19	0.08	0.14	0.1	0.51	0.39
Долина	14	6.9	0.2	0.08	0.14	0.1	0.52	0.29
Долина	16	18.8	0.19	0.08	0.14	0.1	0.51	0.77
Долина	17	16.4	0.2	0.08	0.14	0.1	0.52	0.69
Отток воды, уч. Каритас	18	32.3	0.2	0.1	0.08	0.1	0.48	1.25
Горы+долина	19	47.3	0.28	0.1	0.12	0.1	0.6	2.28
Горы	20	59.4	0.32	0.12	0.12	0.1	0.66	3.15
Участок Каритас	21A	28.2	0.32	0.1	0.1	0.07	0.59	1.34
Невозделанная сторона	21B	28.2	0.32	0.12	0.14	0.1	0.68	1.54

1.5.2 Подход СОП

Разъяснение подхода СОП дано в разделе 2.3.2. Для применения этого подхода требуется номер кривой (НК) и время концентрации. В первой таблице приведены значения для расчета времени концентрации, во второй таблице - расчет пикового расхода воды. Все расчеты сделаны по формулам, приведенным в разделе 2.3.2.

Таблица 4 Параметры подсчета объема наводнения и пикового расхода воды методом СОП

Название	ИД бас.	Пл., га	CN [-]	S [mm]	Q _v [mm]	Длина [м]	Мин. [м]	Макс. [м]	Уклон [%]	S (ret)	t _c [мин]	Q _p [м³/с]
Долина	0	5.3	88	34.6	9.225	554	1251	1279	5.08	1.36	0.17	0.20
Пригород	2	7.2	75	84.7	1.747	474	1233	1260	5.1	3.33	0.23	0.09
Долина	3	3.3	88	34.6	9.225	294	1276	1300	6.9	1.36	0.09	0.13
Долина	5	5.4	88	34.6	9.225	618	1292	1342	8.67	1.36	0.14	0.20
Городская местность	6	13.6	70	108.9	0.578	770	1213	1245	5.28	4.29	0.39	0.03
Долина	7	19.7	88	34.6	9.225	804	1243	1298	6.39	1.36	0.21	0.75
Долина	8	23.1	88	34.6	9.225	1238	1324	1430	10.26	1.36	0.23	0.88
Городская местность	9	13.6	70	108.9	0.578	772	1231	1264	5.54	4.29	0.38	0.03
Долина	10	18.8	88	34.6	9.225	1164	1276	1373	9.53	1.36	0.23	0.72
Долина	11	4.3	88	34.6	9.225	577	1325	1382	9.91	1.36	0.13	0.16
Городская местность	12	17.2	75	84.7	1.747	799	1244	1294	7.09	3.33	0.30	0.12
Долина	13	9.4	88	34.6	9.225	499	1379	1429	9.94	1.36	0.11	0.36
Долина	14	6.9	88	34.6	9.225	660	1357	1417	10.05	1.36	0.14	0.26
Долина	16	18.8	88	34.6	9.225	1110	1280	1372	9.91	1.36	0.22	0.72
Долина	17	16.4	88	34.6	9.225	1362	1418	1547	10.6	1.36	0.25	0.63
Outflow Каритас site	18	32.3	88	34.6	9.225	1171	1362	1550	26.35	1.36	0.14	1.24
Горы+долина	19	47.3	88	34.6	9.225	1442	1445	1737	28.52	1.36	0.16	1.81
Горы	20	59.4	80	63.5	3.704	1107	1564	1886	41.14	2.50	0.14	0.91
Каритас site	21A	28.2	65	136.8	0.050	1685	1451	1754	33.61	5.38	0.33	0.01
Невозделанная сторона холма	21B	28.2	80	63.5	3.704	1685	1451	1754	33.61	2.50	0.22	0.43

1.5.3 Гидрологическое моделирование

В целом, моделирование стало самым современным подходом в гидрологии, в управлении наводнениями и в проектировании мер по борьбе с наводнениями. Использование модели желательно, поскольку она может лучше отражать физические характеристики водосборного бассейна. Если концепция моделирования полностью понятна, а параметры доступны и используются разумно, это дает более точные результаты. Более высокая точность также является очень важным экономическим фактором. Рациональный метод и, в меньшей степени, подход СОП учитывает факторы безопасности для решения вопросов симплификации, заложенных в подходах, что, конечно же, приводит к более крупным величинам при проектировании мероприятий. Экономическая целесообразность часто является вопросом балансирования между приемлемым риском и обеспечением мер по смягчению последствий наводнений. Лучшее понимание процессов и их взаимодействия, в сочетании с более высокой точностью способствует повышению целесообразности принятия решений, основанных на информации о риске. Метод моделирования описан в разделе 2.9.1. Применяется модель Talsim-NG (www.sydro.de).

Шаг 1: Генерирование гидродинамической сетки

Для генерирования гидродинамической сетки модели используется речная сеть и расположение суб-бассейнов. Для каждой модели используется свой собственный метод, но, как правило, основные элементы, используемые для построения гидродинамической сетки, это суб-бассейны и участки рек.

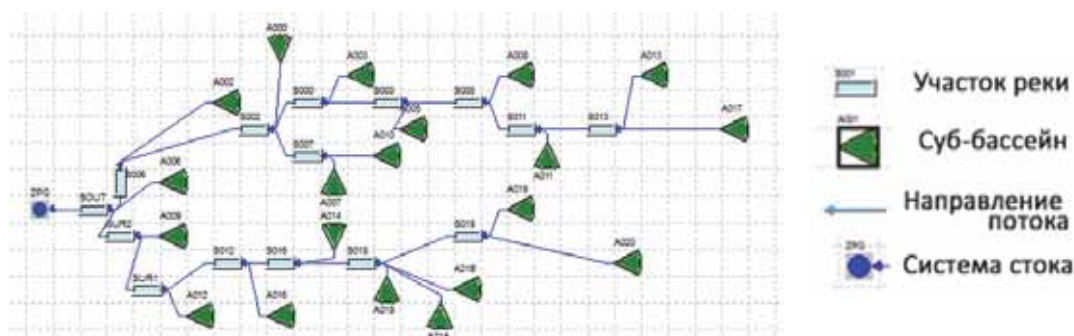
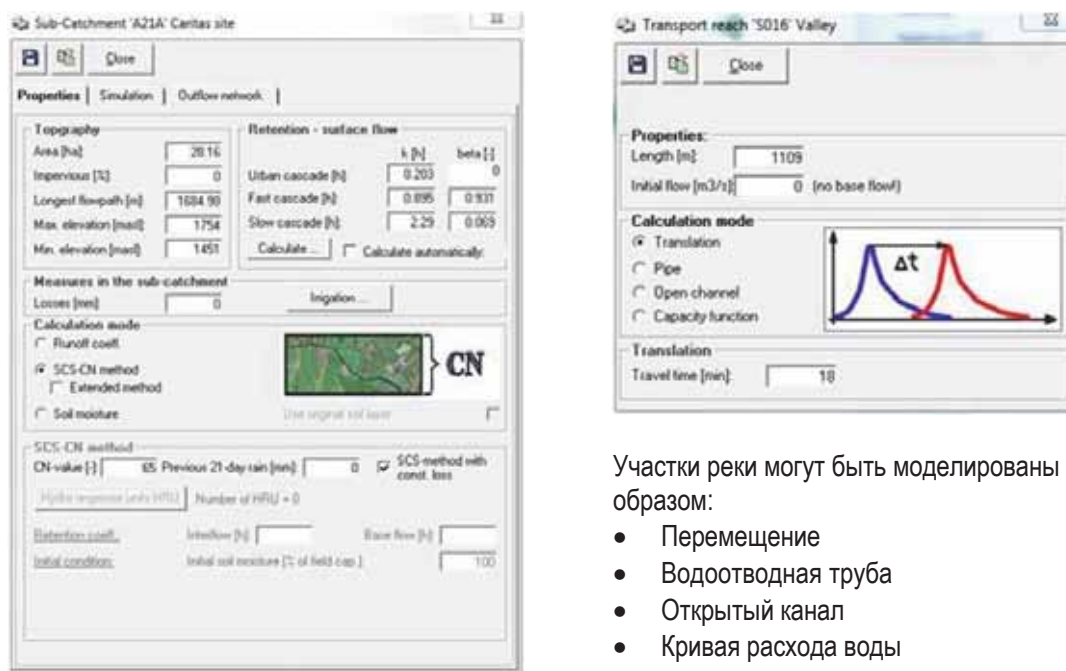


Рисунок 12: Гидродинамическая сетка участка, взятого для примера, на основе модели

Talsim-NG

Шаг 2: Параметры.

Пользователь должен ввести параметры для всех элементов. Модель Talsim-NG оснащена графическим пользовательским интерфейсом, который ведет пользователя через приложение. Поскольку модель масштабируема, она предлагает различные режимы расчета суб-бассейнов и участков реки, например, суб-бассейн может быть смоделирован с помощью простого коэффициента стока воды, с применением подхода СОП (как он был использован здесь) и комплексного расчета почвенной влаги.



Участки реки могут быть моделированы следующим образом:

- Перемещение
- Водоотводная труба
- Открытый канал
- Кривая расхода воды

Рисунок 13: Графический интерфейс пользователя для суб-бассейнов и участков реки – модель Talsim-NG

Шаг 3: Моделирование

Для моделирования необходимо установить нагрузку на модель в виде дождевых осадков. В разделе 1.3. глубина дождевых осадков выбрана в размере 30 мм/ч. Необходимо определить штормовой профиль, то есть распределение дождевых осадков в течение 60 минут.

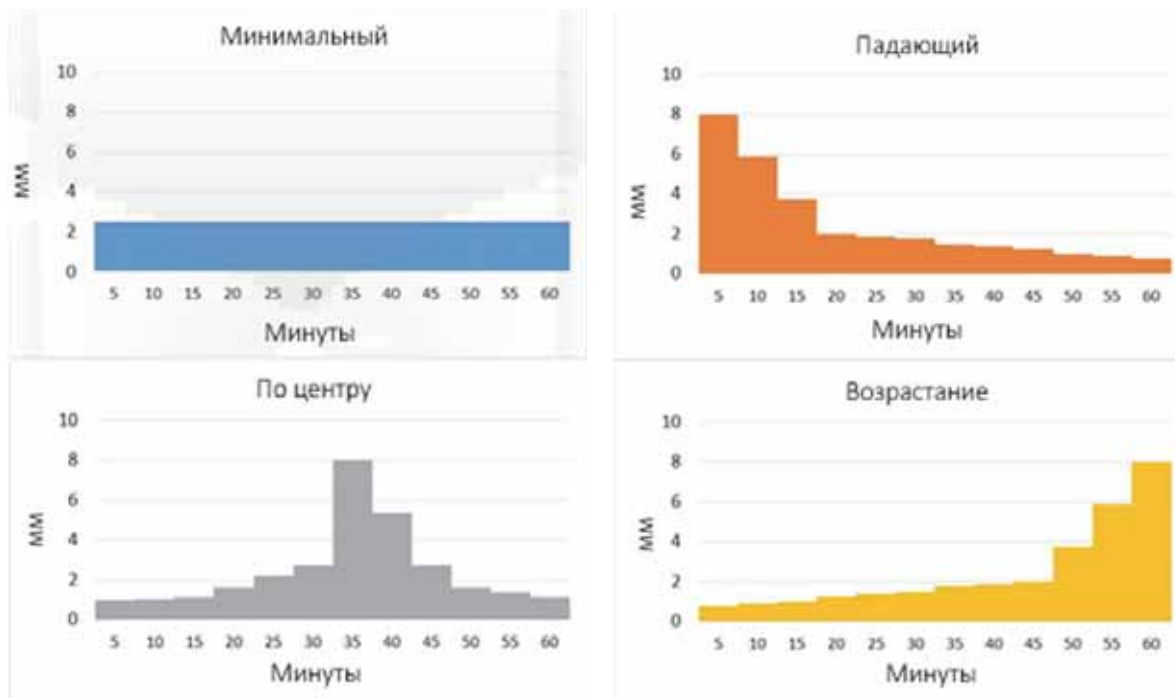


Рисунок 14: Штормовой профиль или распределение дождевых осадков в течение 60 минут

Применяется равномерное распределение осадков. Результаты моделирования приведены в разделе 2.9.1.

1.5.4 Пиковый расход воды и паводковый объем

Все три вышеперечисленных метода дают значения максимального расхода воды. Значения приведены ниже. Как и ожидалось, рациональный метод обладает наибольшими факторами безопасности для компенсации погрешностей и дает самые высокие значения. На втором месте – метод СОП, а метод моделирования показывает наименьшие значения пикового расхода воды. Это понятно, поскольку гидрологическая модель трансформирует не только количество осадков в стоке воды, но также допускает поверхностные стоки воды и их транспортировку в русло реки. Это замедляет сток воды, как это происходит в реальности, и дает меньший пиковый расход.

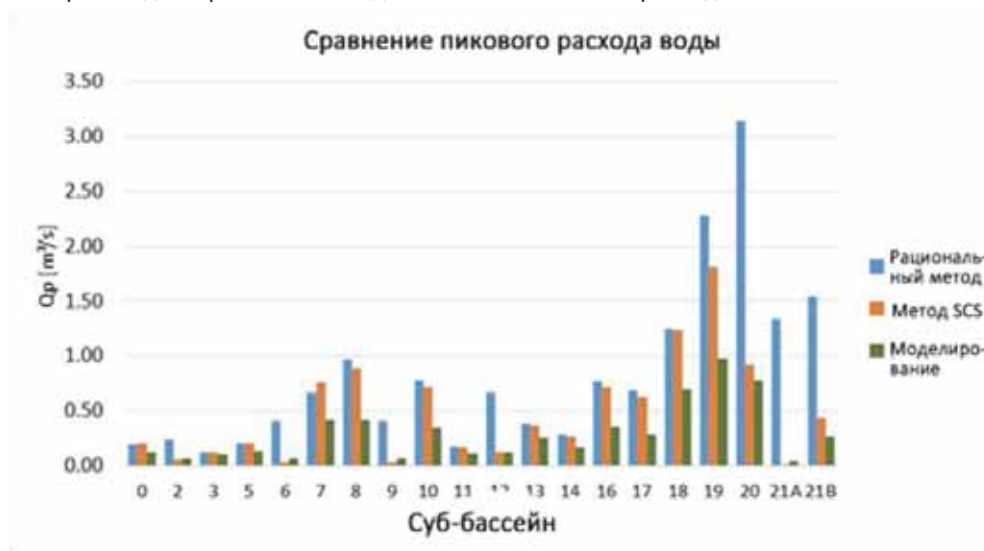


Рисунок 15: Сравнение пиковых расходов воды для суб-бассейнов

Таблица 5: Сравнение пиковых расходов воды

Суб-бассейн			Рациональный метод	СОП	Моделирование
Название	ID бассейна	Площадь, г	Qp [m³/s]	Qp [m³/s]	Qp [m³/s]
Долина	0	5.3	0.19	0.20	0.12
Пригород	2	7.2	0.23	0.05	0.07
Долина	3	3.3	0.12	0.13	0.10
Долина	5	5.4	0.21	0.20	0.13
Городская местность	6	13.6	0.40	0.03	0.07
Долина	7	19.7	0.66	0.75	0.42
Долина	8	23.1	0.97	0.88	0.41
Городская местность	9	13.6	0.40	0.03	0.07
Долина	10	18.8	0.77	0.72	0.34
Долина	11	4.3	0.18	0.16	0.11
Городские окраины	12	17.2	0.66	0.12	0.13
Долина	13	9.4	0.39	0.36	0.25
Долина	14	6.9	0.29	0.26	0.17
Долина	16	18.8	0.77	0.72	0.35
Долина	17	16.4	0.69	0.63	0.29
Сток воды на участке Каритас	18	32.3	1.25	1.24	0.70
Горы+долина	19	47.3	2.28	1.81	0.98
Горы	20	59.4	3.15	0.91	0.78
Участок Каритас	21A	28.2	1.34	0.01	0.04
Не культивируемая сторона холма	21B	28.2	1.54	0.43	0.26

Метод СОП предполагает использование треугольного гидрографа паводка, а гидрологическая модель рассчитывает гидрограф в соответствии с параметрами рельефа и почвенно-растительного покрова. Рациональный метод вообще не дает гидрографа (график изменения уровня воды в водоёме).

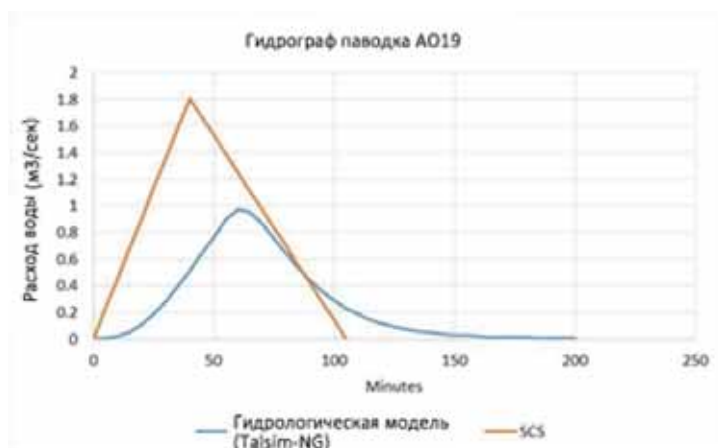


Рисунок 16: Гидрограф паводка для суб-бассейна 19

Учитывая, что гидрограф паводка имеет значение не только для одного места, нужно наложить друг на друга гидрографы наводнения с различных суб-бассейнов и дать оценку пиковым расходам воды и объемам паводков вниз по течению до населенного пункта. Только метод моделирования автоматически распространяет наводнение с верховьев реки вниз по течению. При применении других методов необходимо делать предположения относительно времени прохождения воды по речной сети.

Прагматичный способ распространения гидрографов по речной сети заключается в расчете расстояния от суб-бассейна до интересующей точки, в применении соответствующей формулы для определения скорости течения от секции 2.6 или 2.10 для среднего поперечного сечения потока и расчета скорости течения для определения среднего течения гидрографа. Затем время перемещения потока можно рассчитать по скорости потока и расстоянию от суб-бассейна до интересующей точки. Ниже приведен пример средней скорости потока $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ на расстоянии 300 м.

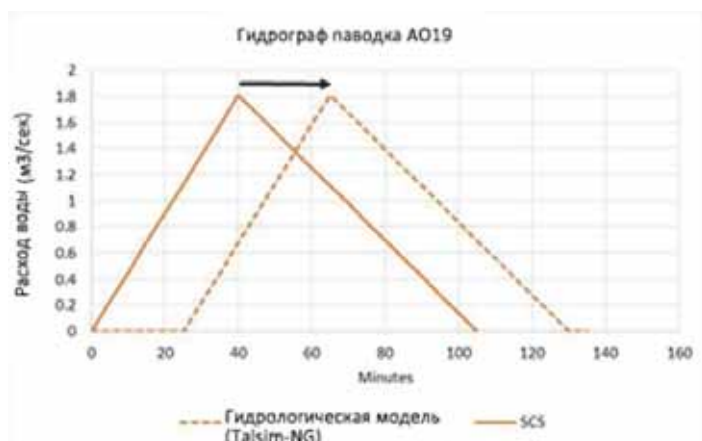


Рисунок 17: Простое перемещение гидрографа паводка вдоль ручья

Перемещение и удержание по водосборному бассейну осуществляется гидрологической моделью автоматически, в зависимости от применяемых режимов расчетов и параметров.

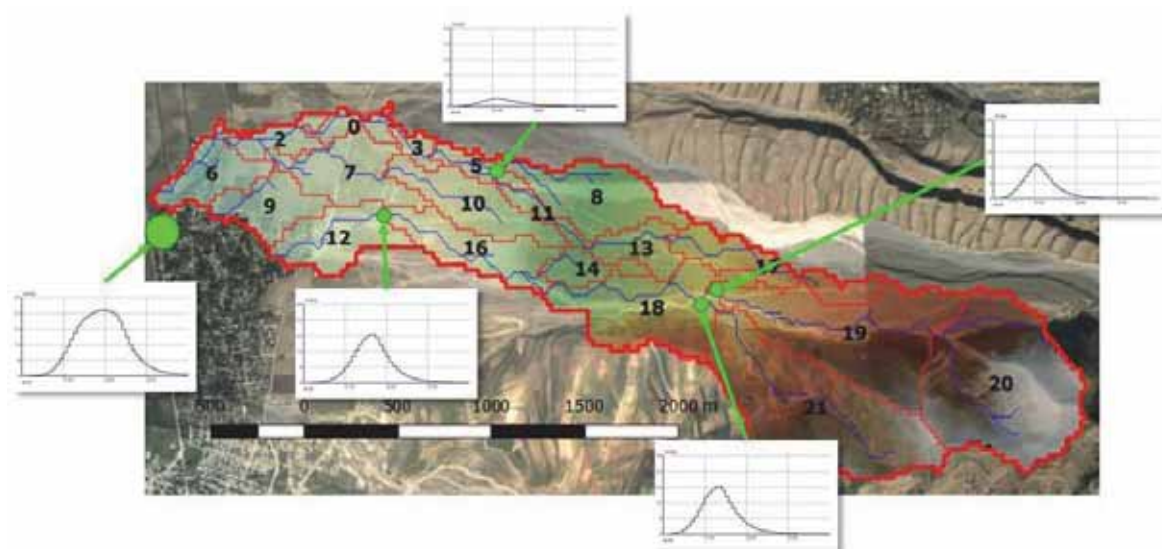


Рисунок 18: Гидрографы паводков гидрологической модели на различных узлах водосборного бассейна

1.6 Карта наводнений и риска затопления территорий

Прежде чем принимать какие-либо решения по осуществлению мер, необходимо определить риск затопления и составить карту затопления, на основе которой можно будет начинать принятие обоснованных решений.

Есть два варианта:

1. Расчет уровня воды вручную
2. Запуск гидравлической модели

1.6.1. Вычисление уровня воды вручную

Шаг 1: Определение соответствующего поперечного сечения потока

На основе карт и речной сети, разработанных в ГИС, можно определить правильные места для определения поперечного сечения. Целесообразно выбирать места, где воздействию подвергается имущество, такие как населенные пункты, находящиеся под угрозой исчезновения места, представляющие ценность и т.д.

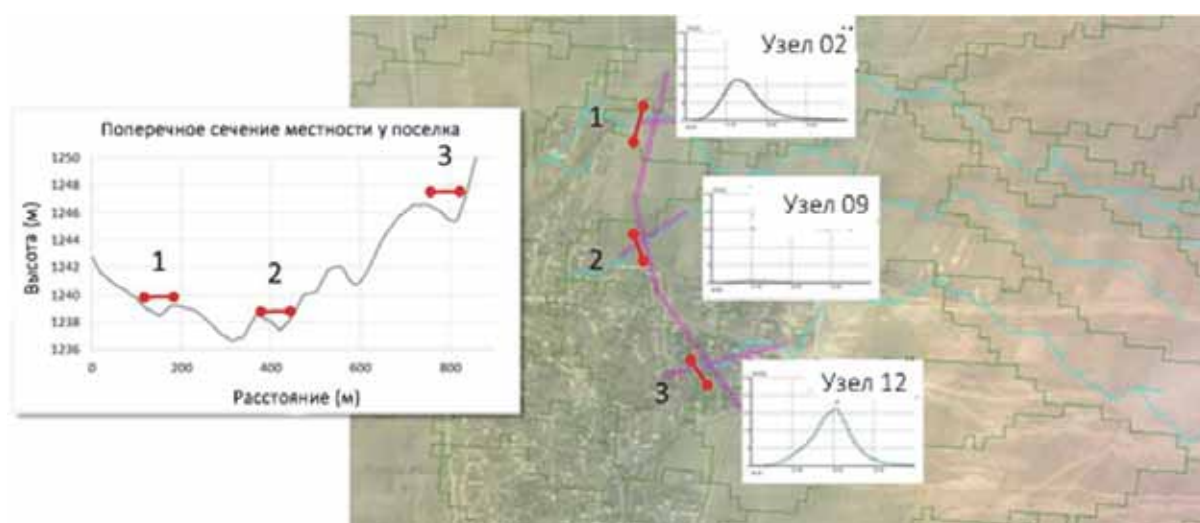


Рисунок 19: Определение соответствующего поперечного сечения потока для гидравлических расчетов
Вода в поселок поступает из трех речных потоков. В соответствии с гидрологической моделью, в поперечные сечения 1 и 3 поступает больший сток воды по сравнению с сечением 2. Здесь демонстрируется поперечное сечение 1.

Шаг 2: Расчет уровня воды

Согласно гидрологической модели мы получаем в узле 02 пиковый расход воды - 1,8 м³/с. Речной сток не должен смешиваться со стоком из суб-бассейна. В отличие от суб-бассейнов, речной расход в узле дает аккумулированный поток из всех суб-бассейнов, расположенных вверх по течению.

Уровень воды рассчитывается по формуле $v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$. Коэффициент шероховатости $n = 0,05$ применяется для естественных каналов с дном реки, состоящим из гравия, булыжника и нескольких валунов. Склон на этом поперечном сечении взят из карты склонов и равен $Is=0,033$.

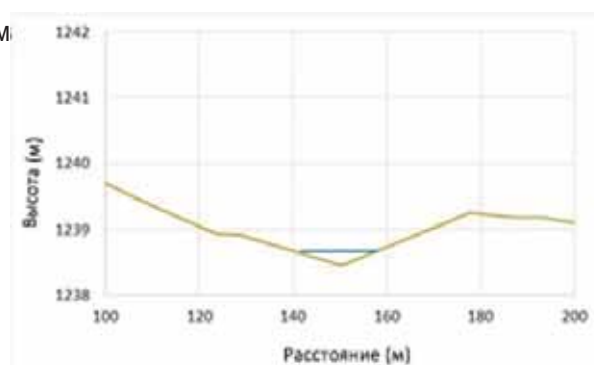
Левый берег		Правый берег	
Угол	0.02	Угол	0.03
W (m)	9.01	W (m)	7.36
WP (m)	9.02	WP (m)	7.36
A (m²)	0.97	A (m²)	0.80

Поперечное сечение	
A (m²)	1.77
WP (m)	16.37
R (m)	0.108062

Угол левого и правого берега обозначает крутизну уклона берегов реки. **W** - горизонтальные размеры ширины от самой нижней точки поперечного сечения, а **WP** - смоченный периметр канала. R – это гидравлический радиус (A/WP).

Лучше всего использовать эту функцию в форм. Excel, так как формулу необходимо доработать.

Полученный уровень воды составляет 22 см, а скорость течения - 1 м/с, что является достаточно высокой скоростью.



Результат показывает, что уровень воды сам по себе не очень высокий, но все же может вызвать проблемы, если он достигает ступенек крыльца в домах или когда различные предметы блокируют дренажные пути и повышают уровень воды. Однако скорость потока может привести к проблемам. При скорости 1 м/с выделяется достаточно энергии, чтобы смыть не закрепленные предметы; это представляет угрозу для детей.

1.6.2 Запуск гидравлической модели

Шаг 1: Настройка модели

Для того, чтобы настроить модель, необходимо определить подходящий размер ячейки, соответствующий потребностям и которая подходит для получения надежных и стабильных результатов. Это не всегда легко сделать на крутой местности. С целью упрощения была выбрана сетка размером 10x10 метров.

На рисунке ниже показана граница гидравлической модели и максимальная степень затопления при периоде повторяемости 50 лет, при глубине 30 мм или дождя в течение одного часа. Светло-голубым цветом отмечены ячейки, в которых уровень воды был выше 10 см или скорость потока превышала 0,1 м/с.

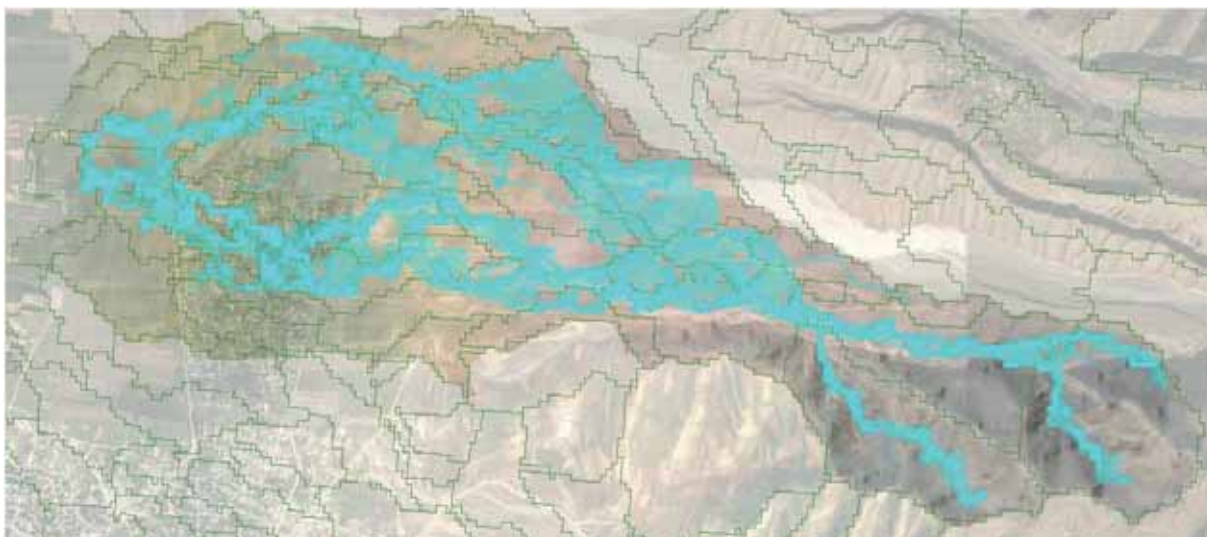


Рисунок 20: Карта затопления территории за 50-летний период повторяемости с количеством осадков 30 мм за 1 час (50a/1h)

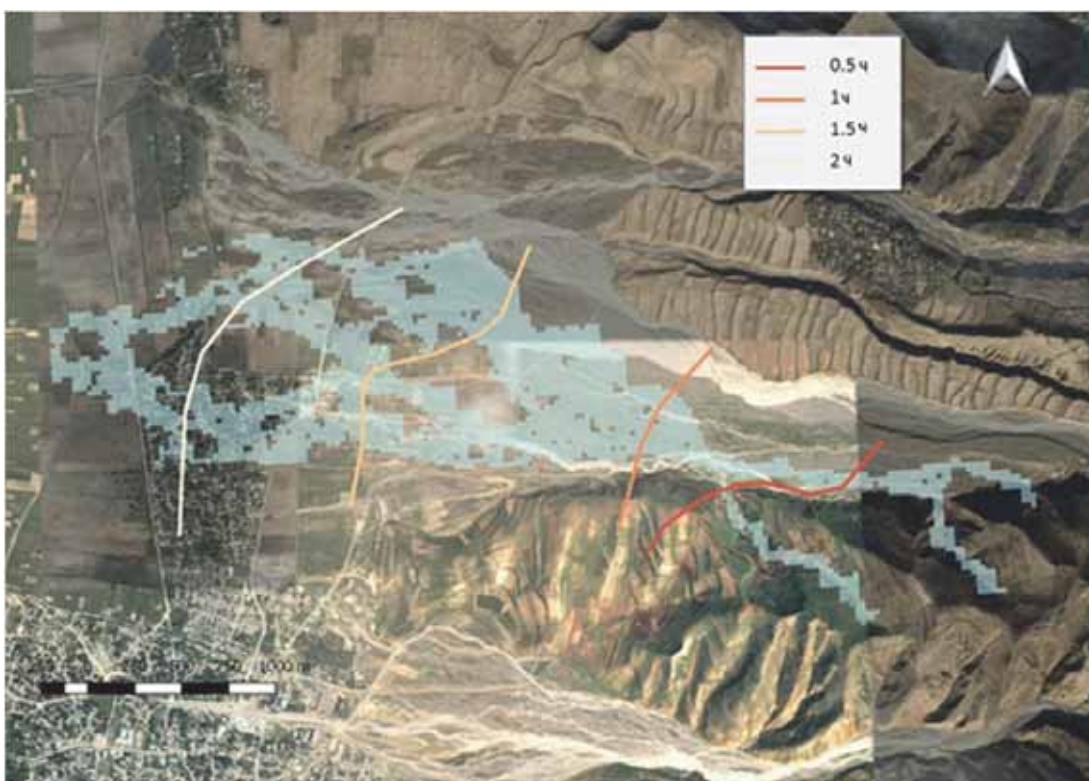
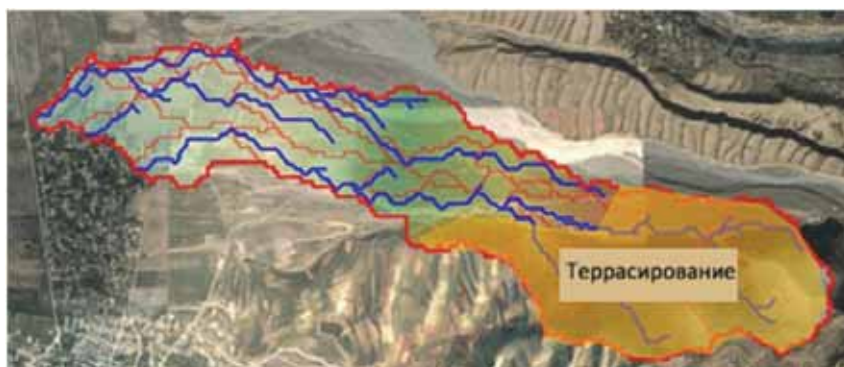


Рисунок 21: Время наступления пика паводка после сильного дождя (50a/1h)

1.7 Управление водосборным бассейном - террасирование

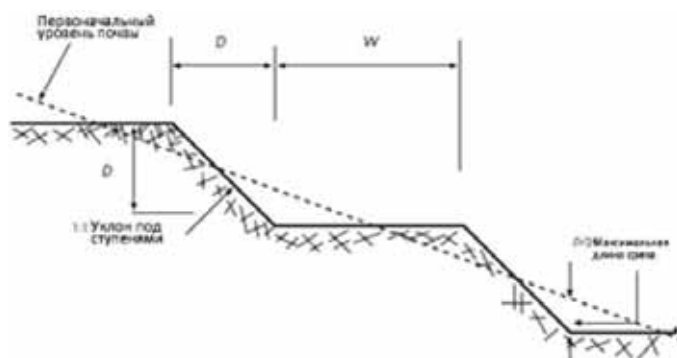
Террасирование – это техника преобразования склона и создание на нем серии горизонтальных ступенчатых структур. Эта техника очень эффективная и она уже применялась в Таджикистане.



Типичные площади для террасирования это крутые участки в верховьях реки, где большей частью возникает эрозия.

Рисунок 22: Участки в верховьях реки для осуществления мер по управлению водосборным бассейном

С точки зрения борьбы с наводнениями, целью террасирования является замедление поверхностного стока воды и его отвод в соответствующее русло со скоростью, не приводящей к эрозии. В зависимости от формы террас, дополнительный эффект дает удержание почвы на террасах и подготовка почвы для возделывания.



При конструкции террас необходимо учитывать тип и ширину террас, расстояние между ними, высоту подъема, длину (перпендикулярно к наклону) и так далее.

При проектировании следует также учитывать гидравлический расчет стока воды для безопасного дренажа.

Источник: (МЦКОГР, 2012)

Не все аспекты террасирования могут быть рассмотрены здесь. Более подробную информацию можно найти в документе ФАО, Полевое руководство по управлению водосборным бассейном: Меры и практика обработки склонов, 2017 г.

Тип террас выбирается в соответствии с покатостью склона, почвы и осадков. Террасы могут либо строго следовать контурным линиям (контурные террасы), либо иметь уклон, перпендикулярно тальвегу (дно речной долины), так что поверхностный сток течет вдоль террасы.



Общее правило:
Обратный уклон = 5%
Уклон наружу = 3%
(ФАО, 2017)

Рисунок 23: Тип террас в соответствии с документе ФАО, Полевое руководство по управлению водосборным бассейном : Меры и практика обработки склонов, 2017 г.

Глубина грунта ограничивает ширину и, следовательно, расстояние между террасами. Чем меньше слой почвы, тем меньше ширина террас. Согласно данным МЦКОГР, 2012 г. и документа ФАО, Полевое руководство по управлению водосборным бассейном: Меры и практика обработки склонов, 2017г., следующие соображения и формулы помогают при планировании и проектировании террас.

Как показывает опыт, на почвах с глубоким пахотным слоем и на склонах с уклоном до 25° применимы уровневые ступенчатые, траншейные и гребневидные террасы, в то время как на склонах с уклоном до 30° подходят террасы, перемежающиеся с нагорными канавами. Ступенчатые террасы подходят для

выращивания таких культур, как рис, для которых необходимо орошение затоплением и застойная вода. Обратные, наклонного типа террасы больше подходят для влажных регионов, а наружные наклонного типа террасы - для засушливых или полусушливых районов. Террасы перемежающегося типа менее трудоемкие.

Расстояние между террасами можно определить в соответствии с документом ФАО, Полевое руководство по управлению водосборным бассейном: Меры и практика обработки склонов, 2017г., с использованием следующей формулы:

$$VI = \frac{S \cdot Wb}{100 - (S \cdot U)}$$

где:

VI: Вертикальный интервал [м]

S: Уклон [%]

Wb: Ширина ступенчатой террасы, за исключением ширины полотна [м] (обозначена выше как W)

U: Угол наклона подступени (1 - для террас, созданных с помощью машин, 0,75 для земляных подступеней, сделанных вручную, и 0,5 - для каменных подступеней).

Объем, необходимый для устройства и наполнения террас, рассчитывается по формуле

$$Vol = \left(\frac{Wb \cdot VI}{8} + DC \right) \cdot L$$

где

Vol: Объем для устройства и наполнения террас [м³]

VI: Вертикальный интервал [м]

DC: Среднее сечение насыпи по длине L [м²], если есть таковая

L: Длина террасы [м].

ФАО рекомендует строить террасы с вершины холма и спускаться вниз по склону. Если строительство нужно начинать снизу, необходимы меры временной защиты, чтобы избежать смыва почвы на террасах при сильных дождях.

При планировании работ необходимо приблизительно оценить, сколько времени необходимо для выполнения этих работ. В общем, один человек может расчистить и заполнить от 3 до 4 м³ земли за восемь часов работы. При помощи тягловых животных, цифры, согласно ФАО, составляют от 12 до 14 м³ земли в течение 8 часов, что может быть увеличено до 20 м³ или более при использовании малой техники.

После подготовки планировки системы террас необходимо доказать безопасность дренажа с точки зрения гидроемкости и эрозии. Ниже приводится пример вычисления поверхностного стока и проверки гидроемкости и эрозии. Применяются формулы, приведенные в разделе 2.

Пример:

В качестве примера приводится ступенчатая терраса (с обратным уклоном) длиной 140 м, с крутизной склона - 16%. Ширина полотна составляет 5 м. Высота откоса составляет 1 м, а уклон - 0,75:1 (земляной откос, сделанный руками человека). Поперечный склон террасы составляет 5%, тип почвы - суглинистый мягкий грунт.

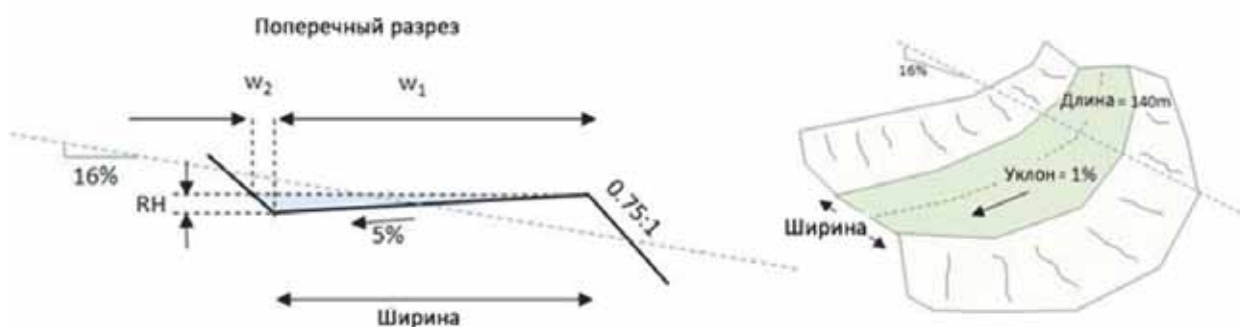


Рисунок 24: Пример ступенчатой террасы

Обратная высота рассчитывается по формуле $RH = \text{ширина} \times \text{поперечный уклон} = 5 \times (5/100) = 0,25 \text{ м}$. Дренаруемая площадь террасы составляет $A = \text{ширина} \times \text{длина} = 5 \times 140 = 700 \text{ м}^2 = 0,07 \text{ га}$.

Для расчета пикового расхода воды используется подход СОП и рациональный метод. Исходим из того, что выпадение осадков на уровне 50 мм в течение часа рассматривается, как шторм, ожидаемый в этом регионе. Рассчитываются два различных этапа.

- Этап 1: обнаженная почва, еще не обработанная ($CN=90$, $n=0,02$, коэффициент стока $=0,1$).
- Этап 2: покрытая травой почва ($CN=70$, $n=0,035$, коэффициент стока $=0,05$).

Сначала рассчитывается пиковый расход воды. По методу СОП, при задерживающей способности $S = 25,4 \times (1000/90 - 10)$, результат составляет 28,2 мм. При глубине осадков 50 мм, объем стока воды $Q_v = (50 - 0,2 \times S)^2 / (50 + 0,8 \times S)$ составляет 27,1 мм. Время концентрации по формуле Кирпиха дает $t_c = 0,066$ часа. При применении формулы, для определения длины переполнения необходим коэффициент преобразования 0,3048. Пиковый расход воды Q_{act} по методу СОП составляет 0,007 м/с или 7 л/с.

При использовании рациональной формулы с интенсивностью осадков 50 мм/час и коэффициентом стока воды 0,1, что представляет собой необработанную равнину, пиковый расход воды составляет 0,010 м³/сек или 10 л/сек. Результаты показывают, что выбранные значения CN или коэффициент стока это чувствительные параметры.

Метод СОП: $Q_{act} = 0,007 \text{ м}^3/\text{с}$; Рациональный метод: $Q_{act} = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$.

Если поперечное сечение достаточно велико, чтобы выдержать пиковый расход воды, можно в ответ сравнить фактический расход воды с максимальной пропускной способностью. Для расчета скорости потока воды применяется формула Маннинга, на основе которой можно рассчитать максимальную пропускную способность потока. Поперечное сечение потока на рис. 24 указано синим цветом..

Максимальное поперечное сечение: $A_{mx} = (0,5 \times w_1 \times RH) + (0,5 \times w_2 \times RH) = 0,667 \text{ м}^2 \text{ с}$

$$w_1 = RH / 5 \text{ м}; w_2 = RH / RH \text{ уклон} = 0,25 / 0,75 = 0,33 \text{ м}$$

Максимальный смоченный периметр $P = \sqrt{w_1^2 + RH^2} + \sqrt{w_2^2 + RH^2} = 5,42 \text{ м}$

С коэффициентом Маннинга $n = 0,02$ ($\approx$ грунтовый канал) и гидравлическим радиусом $r_{hy} = A_{mx} / P = 0,667 / 5,42 = 0,123 \text{ м}$.

$$\text{максимальная скорость потока } v = (1/0,02) \cdot 0,123^{\frac{2}{3}} \cdot 0,5^{\frac{1}{2}} = 0,87 \text{ м/с}$$

Максимальная пропускная способность теперь составляет $Q_{mx} = v \times A_{mx} = 0,87 \times 0,667 = 0,583 \text{ м}^3/\text{с}$. Можно сделать вывод, что Q_{mx} больше, чем Q_{act} и на первом этапе поперечное сечение достаточно велико.

Первая стадия - это фаза с оголенной почвой. Критическая скорость течения в суглинистом илистом грунте - от 0,1 до 0,2 м/с. Для того, чтобы сравнить критическую скорость потока с фактической скоростью потока, необходимо рассчитать поперечное сечение фактического потока. Для этого необходимо итерирование с глубиной потока h , поскольку h определяет поперечное сечение.

Основополагающие формулы таковы:

$w_2 = h/0,75$ (глубина/уклон подступени) и $w_1 = h/0,05$ (глубина/поперечный уклон), из которых A можно посчитать, как $A = (0,5 * w_1 * h) + (0,5 * w_2 * h)$ и $P = (w_1^2 + h^2)^{0,5} + (w_2^2 + h^2)^{0,5}$ и $rh_y = A/P$.

В результате получаем глубина h - 0,054 м. Это приводит к $v_{act} = 0,32$ м/с и $v_{act} > v_{crit}$. Эрозия может произойти на первом этапе при 50 мм штормовом профиле.

На втором этапе рассматривается терраса, засеянная травой. Меняются следующие параметры: Значение $CN = 70$, коэффициент шероховатости по Маннингу $n = 0,035$, коэффициент расхода воды = 0,05, критическая скорость $v = 1,5$ м/с. Результат по методу СОП - 0,002 м³/с, а по рациональному методу - 0,005 м³/с. Получаемая в результате фактическая глубина составляет 0,05 м и дает фактическую скорость потока 0,17 м/с, что меньше критической скорости в 1,5 м/с. После того, как терраса будет полностью обработана и засеяна, трава сможет выдержать выпадение осадков глубиной 50 мм в течение одного часа.

1.8 Противоаводковые плотины

В регионах с проливными дождями для борьбы с эрозией, оврагообразованием и бурными потоками и течениями осуществление одних лишь водохозяйственных мероприятий на водосборе недостаточно. Требуются дополнительные меры по стабилизации склонов, борьбе с бурными потоками и с оврагообразованием, такие как строительство противоаводковых плотин, донных запруд, русловых рам (скатов). Противоаводковые плотины обычно размещаются на крутых притоках с высоким содержанием наносов.

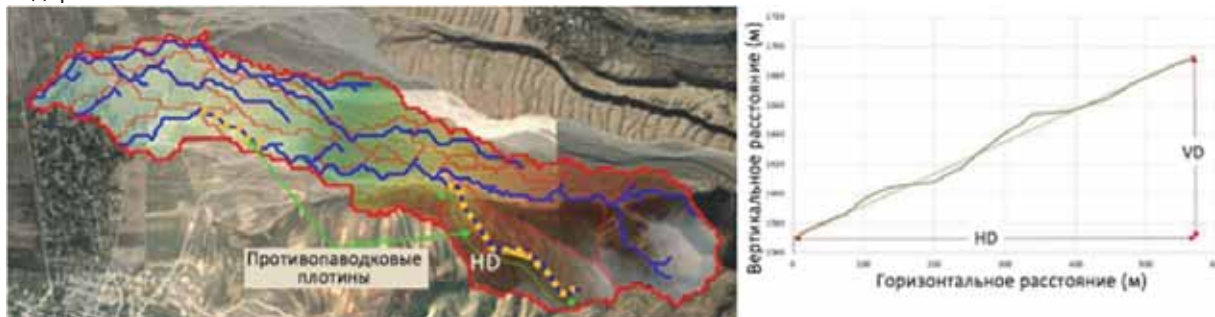


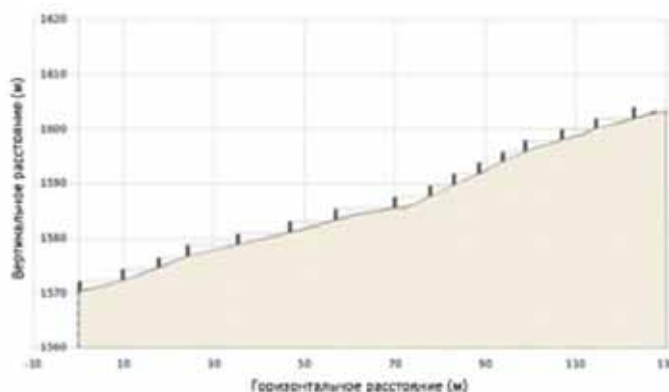
Рисунок 25: Участки переноса наносов, которые подходят для сооружения противоаводковых плотин

После определения подходящих участков начинается обследование продольного профиля. Для разработки этого примера используется радиус действия, обозначенный как HD.

Практическое руководство по противоаводковым плотинам дано в документе ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1986, откуда взяты основные концепции.

Расстояние между противоаводковыми плотинами может быть определено в соответствии с компенсационным уклоном и действующей высотой противоаводковых плотин. Компенсационный уклон между двумя соседними противоаводковыми плотинами представляет собой склон, измеряемый от вершины нижней противоаводковой плотины до нижней части соседней верхней плотины. Это склон, который образуется, когда материал, переносимый проточной водой, заполняет противоаводковые плотины до уровня водосброса и поддерживает баланс между процессами эрозии и седиментации. Для расчета компенсационного уклона разработаны формулы. Однако практический опыт показал, что компенсационный уклон в оврагах обычно не превышает 3%. Из практических соображений, для оценки противоаводковых плотин вдоль оврагов используется 3 процентный уклон (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1986).

Средняя крутизна уклона рассчитывается с помощью формулы $g_{avg} = VD/HD$. Количество противопаводковых плотин рассчитывается затем по формуле $N = \frac{HD \cdot g_{avg} - VD \cdot 0.03}{H}$, где Н это эффективная высота (за исключением фундамента) противопаводковой плотины. Чем больше эффективная высота, тем меньшее количество противопаводковых плотин нужно соорудить. Необходимо принять решение относительно строительства большего количества, но меньшего размера противопаводковых плотин, которые легче строить, или более высоких противопаводковых плотин, но меньшего количества, сооружение которых более трудоемкое.



Средний уклон участка составляет 22%, компенсационный уклон выбран до 3%. При эффективной высоте 1,5 м для всего участка с горизонтальным расстоянием (HD) 570 м и вертикальным расстоянием (VD) - 123 м потребуется соорудить около 80 противопаводковых плотин.

На рисунке показан участок длиной 130 м с компенсационным уклоном, на котором была дана оценка количества необходимых противопаводковых плотин.

Первая противопаводковая плотина строится на устойчивом участке оврага, таком как, например участок обнажения горных пород, точка пересечения оврага с дорогой, основным руслом или рекой. Если такого стабильного участка нет, необходимо соорудить контрнасыпь. Расстояние между первой плотиной и контрнасыпью должно быть по меньшей мере в два раза больше эффективной высоты первой противопаводковой плотины (ФАО, Борьба с оврагообразованием, 1986).

Пример:

Гидрологические параметры участка взяты из суб-бассейна 21 А и В. Дается следующий пиковый расход воды:

Суб-бассейн	ID	Площадь, га	Рац. метод	СОП Моделирование	
			Qp m³/s	Qp m³/s	Qp m³/s
Участок Каритас	21A	28.2	1.34	0.01	0.04
Невозделанная сторона холма	21B	28.2	1.54	0.43	0.26
Пиковый расход воды			2.84	0.44	0.3

Выбирается участок поперечного сечения, на котором рассчитывается количество противопаводковых плотин.

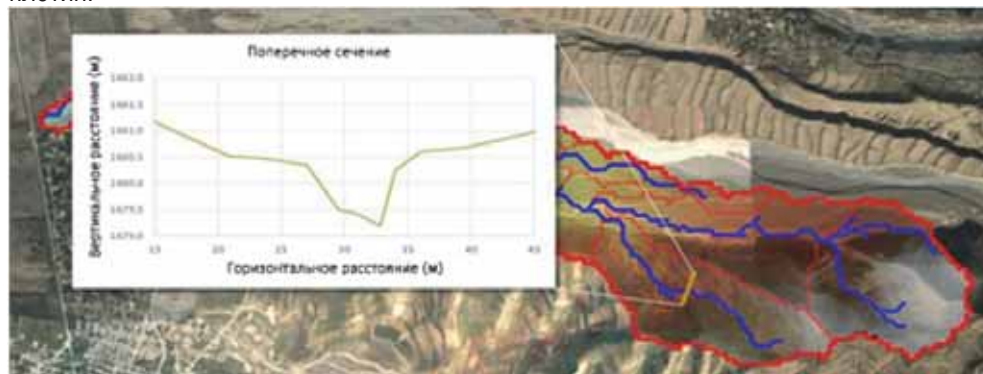


Рисунок 26: Поперечное сечение участка реки для сооружения противопаводковых плотин

Применение критериев для сооружения противопаводковых плотин дается в части I, поперечное сечение с противопаводковыми плотинами могло бы выглядеть следующим образом:

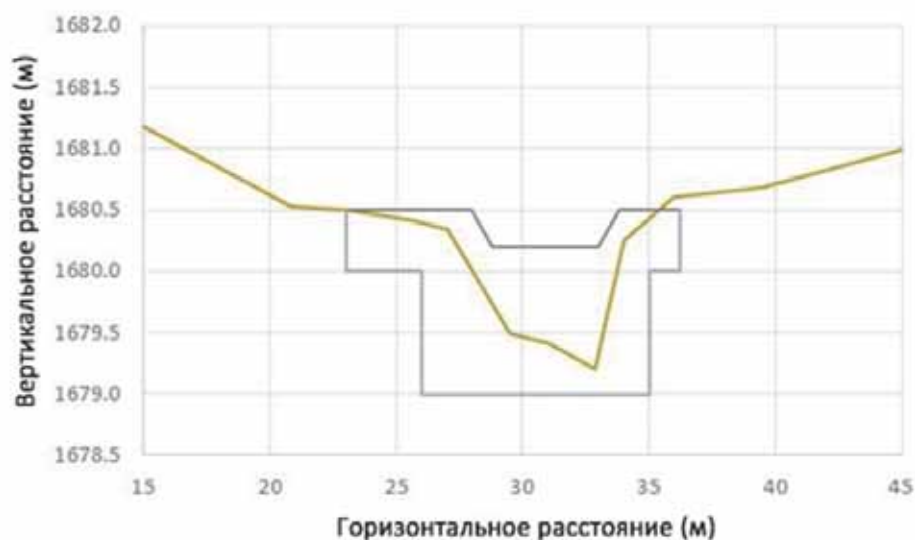


Рисунок 27: Поперечное сечение противопаводковых плотин

Выбрана габионная плотина из трех слоев (высотой 1,5 м), высота одного слоя - 0,5 м). Крылья плотины достигают берегов, а фундамент закреплен в русле реки на глубине одного габиона. Водосброс считается широким гребнем плотины. При пиковом расходе Q_p около 0,45 м³/с (= метод СОП), необходимая высота водосброса рассчитывается с помощью следующей формулы:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot c \cdot w \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^{1.5}}$$

где:

μ : коэффициент [-]

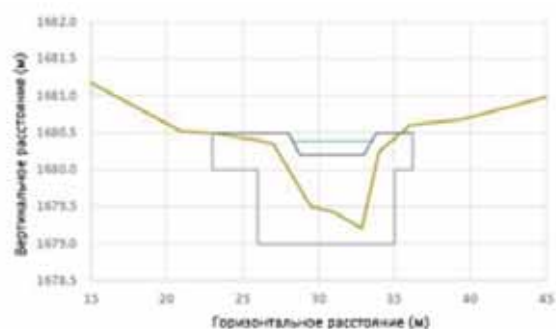
c : коэффициент для широкой гребневой плотины [-].

w : ширина водосброса (здесь берется, как прямоугольник) = 4,2 [м] (приводит к ограничению из-за ширины поперечного сечения)

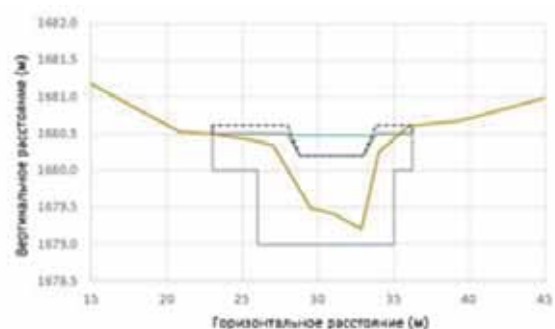
g : гравитация [м/с²].

h : высота напора на водосливе [м].

При $Q = 0,45$ и $w = 4,2$ м высота составляет 0,18 м. Это дает достаточно свободного места для выбранной расчетной меры. Путем осуществления мер по управлению водоразделами, разработанных организацией Каритас Швейцария, на более чем 50% территории суб-бассейна был восстановлен растительный покров, были построены террасы. Что если бы водохозяйственные мероприятия на водосборе не осуществлялись? Высота перелива увеличивается на 10 см до 0,28 м, как показано на правом рисунке внизу. Гребень плотины больше не превышает над максимальным уровнем воды и для того, чтобы достичь того же самого гребня, плотина должна была быть построена выше. Возможно, для повышения уровня гребня потребуется новый слой габиона, поскольку ни один стандартный размер не соответствует изменению высоты гребня.



Водохозяйственные мероприятия осуществлялись организацией Каритас



Водохозяйственные мероприятия не осуществлялись

Рисунок 28: Поперечное сечение противопаводковой плотины, где осуществлялись/не осуществлялись водохозяйственные мероприятия на водосборе

Положительное воздействие водохозяйственных мероприятий на водосборе затрагивает все противопаводковые плотины, которые должны быть построены. Другими словами, без надлежащих водохозяйственных мероприятий на водосборе, все противопаводковые плотины, габионы или каменно-набросные плотины должны были быть выше, что привело бы к использованию большего количества материалов для их сооружения, к большему объему работ для строительства, более высоким затратам и к тому же потребовалось бы больше трудовых ресурсов.

Можно найти много примеров, демонстрирующих положительный эффект от осуществления водохозяйственных мероприятий на водосборе. Был извлечен урок, что меры по управлению водосбором всегда должны разрабатываться, независимо от того, какая мера, жесткая или мягкая, будет выбрана вниз по течению.

Необходимо будет построить несколько противопаводковых плотин, но не все это габионные плотины. Первая противопаводковая плотина вниз по течению будет разработана, как габионная плотина вместе с защитной насыпью. Большинство других противопаводковых плотин выше по течению могут быть построены в виде каменно-набросных плотин, в идеале укрепленные бревнами или другим прочным материалом.

1.9 Продольные структуры и стабилизация русла реки

Часть поселка была построена по направлению протоков, спускающихся с водосборных бассейнов на юге выбранного участка. Протоки обычно сухие, но при сильных дождях могут возникать ливневые паводки и внезапные наводнения, которые спускаясь по траекториям потока течения, будут оказывать разрушительное воздействие на здания и другую инфраструктуру.

При сложившейся ситуации необходимо строительство отводного канала с продольной защитной конструкцией и укрепленным дном, который будет отводить потоки ливневых паводков в основное русло вправо по направлению потока, но в основном будет обеспечивать защиту от высокой концентрации наносов. Наличие склона в аллювиальном конусе предлагает возможность возведения берегоукрепительного сооружения. Однако, эта мера может стать помехой на некоторых дорогах, которые используются, как подъездные пути к верховьям реки. Это необходимо учитывать, к тому же грунтовые дороги также нужно подправить.

Этот пример был выбран, чтобы продемонстрировать использование рампы и насыпей для уменьшения крутизны уклонов.

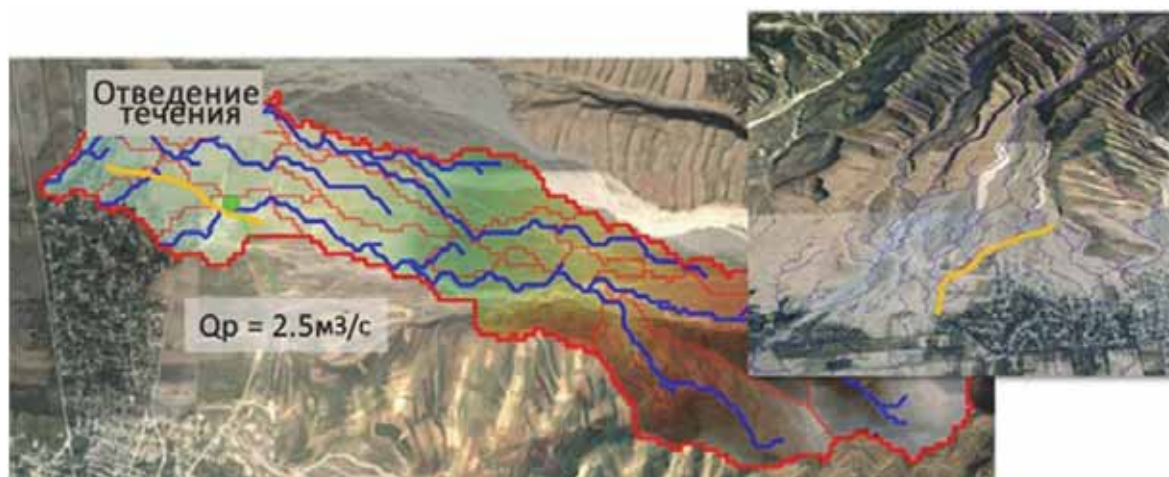
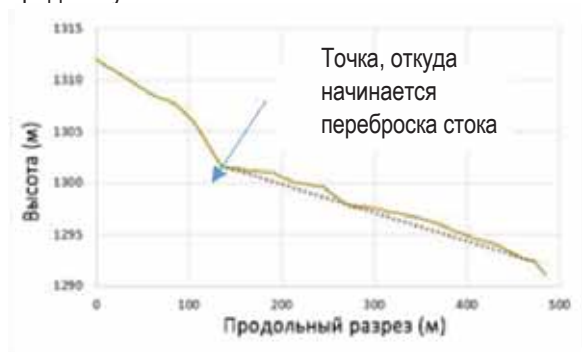


Рисунок 29: Территория для сооружения отводного канала

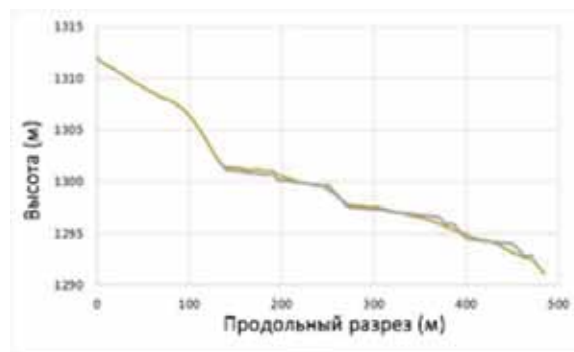
В зоне воздействия, отмеченной зеленой точкой, пиковый расход дождя 50а/1 час приводит к скорости 2,5 м³/с, выведенной на основе гидрологической модели. Задача состоит в том, чтобы разработать подходящее продольное сечение с достаточным уклоном и соответствующим поперечным сечением, чтобы содействовать прохождению пикового расхода воды без эрозии.

Характерные особенности естественного грунта вдоль предполагаемого отводного канала - от мелкозернистого до крупнозернистого песка, смешанного с крупным гравием.

Отводной профиль по рельефу местности со средним уклоном 2.7%



Отводной профиль с рампами и 1% уклоном



Учитывая материал подземного слоя, рельеф со средним уклоном 2,7 % приведет к эрозии, прорезывающий отводящий канал и дестабилизирующий берега. Необходимо уменьшить склон за счет разработки нового профиля с рампами (скатами). Только для ramпы потребуются блоки камней, в то время как остальная часть профиля может быть сооружена в соответствии с рисунком 30.

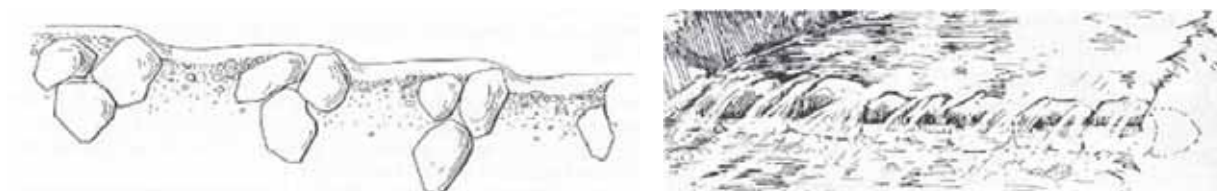


Рисунок 30: Натуральное русло реки, на дне которого выложены каскады валунов (по работе Патта, 1998)

С каскадом валунов, напоминающим отводной канал, как естественное русло горной реки, уровень воды должен поддерживаться на уровне менее 1%. Кроме того, необходимо установить семь рампы, чтобы подвести вертикальные разности к целевому руслу реки к северу от населенного пункта. В качестве примера приведен профиль одной ramпы.

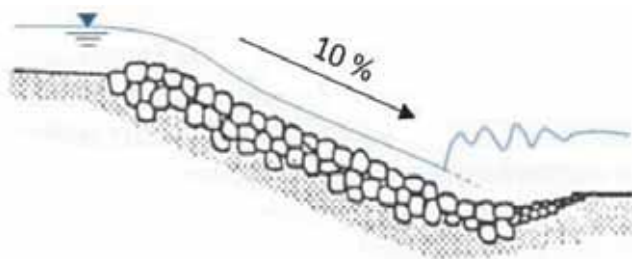


Рисунок 31: Профиль ramпы в русле реки, приведенного в качестве примера по работе Патта, 1998

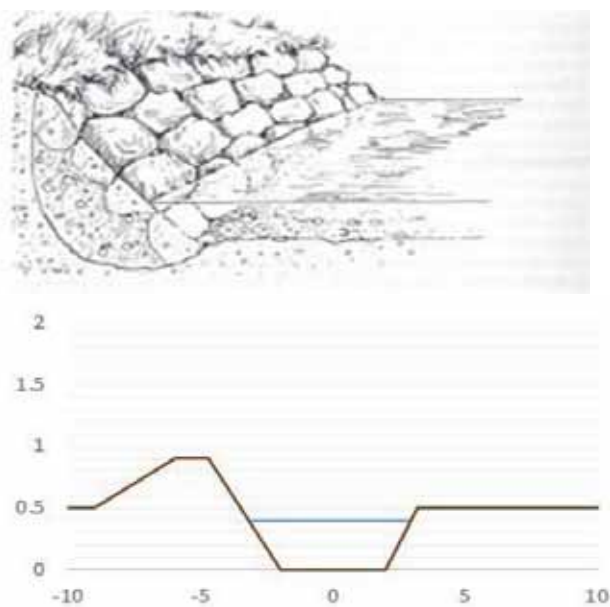
В качестве альтернативы, можно было бы избежать строительства ramпы, при более длинном отводящем канале, извивающемся от пункта А до пункта В. Однако для того, чтобы наклон составлял менее 1%, отведение воды должно быть более, чем на 1000 м. Таким образом, этот вариант не рассматривается и не иллюстрируется дальше в данном примере.



Мера:
Отводной канал с насыпью на левом берегу.
Длина: 336 м
Средний уклон: 2.7%
Уложен каскад валунов и 7 ramпы
Уровень воды < 1% уклона,
Ramпы = 10%

Рисунок 32: Отводной канал с насыпью на левом берегу

Поперечное сечение отводного канала



Защита берега реки по Патту, 1998

Поперечное сечение:

- Русловой материал: Песок от среднего до крупного размера и гравий,
- Валуны диаметром > 25 см
- Ширина дна: 4 м
- Крутизна берега: 1:3, Уложен блоками камней диаметром > 25 см

Рисунок 33: Поперечное сечение водоотводного канала

Гидравлические расчеты заключаются в следующем:

При расчете используется уравнение Маннинга (раздел 2.6), по которому рассчитывается абсолютное напряжение в соответствии с разделом 2.7. Критические значения напряжения и критической скорости потока взяты из таблиц в разделе 2.7.

Расход воды, используемый для определения геометрических параметров, составляет 2,5 м³/с (период повторяемости – 50 лет, 30 мм осадков за 1 час). Результаты необходимо адаптировать, если применяется более длительный период повторяемости или другие дождевые осадки.

1. Стабильность руслового материала и размер валунов в каскадном соединении

Предполагается, что русловой материал состоит из песка и гравия среднего и крупного размеров. Согласно табл. 12 критическое абсолютное напряжение составляет от 1 (средний песок) до 45 (крупный гравий), а критическая скорость колеблется от 0,35 до 1,6 м/сек.

При продольным наклоне 1%, поперечном сечении дна шириной 4 м, склонами 1:3, коэффициентом шероховатости по Маннингу 0,03, что представляет собой горный ручей с гравием, булыжником и несколькими валунами на дне, и при расходе воды 2,5 м³/с, глубина потока достигает 0,37 м и скорость потока составляет 1,3 м/с. Это означает, что песок разъедается и постепенно смывается, в то время как гравий остается стабильным. Валунный каскад будет устойчив, если будет сделан из камней диаметром 10 см, что уменьшит энергетическую линию до менее 1% и увеличит глубину потока до 0,45 м. Валуну должны иметь удельную плотность около 2650 кг/м³ и должны быть твердыми, с более низким коэффициентом истирания. Их укладывание в русле реки приведет к появлению небольших промоин вниз по течению камней. Камни будут зарываться в дно до тех пор, пока подземный слой не даст достаточной поддержки. С практической точки зрения, диаметр каскадных валунов должен быть в 5 раз больше диаметра окружающего природного руслового материала. Поэтому выбираются валуны, минимальный диаметр которых должен составлять 25 см.

2. Каменная укладка рампы

Рампа будет укладываться с уклоном в 10%. В соответствии с уравнением, приведенном в разделе 2.8 необходимо выбрать диаметр 20 см. Чтобы быть готовым к более крупным стокам воды, рекомендуется минимальный диаметр - 30 см. Следует принять во внимание все рекомендации, приведенные в разделе 2.8.

3. Каменная укладка для берегов реки

Левый берег реки по направлению течения укреплен, как набережная с достаточным надводным бортом, чтобы защитить поселок. Однако правый берег реки открытый и не защищен от затопления. Таким образом, это способствует прохождению более крупных стоков воды, без перелива через набережную.

В соответствии с уравнением по силе натяжения на береговой материал, приведенным в разделе 2.8, на участках с 1% уклоном и валунными каскадами, будет достаточно покрытие из каменной наброски размером 63/90. Вдоль рампы (скатов) для каменной наброски следует выбрать камни того же диаметра, что и камни на самой рампе.

1.10 Обобщение пошагового примера

Цель этого пошагового примера состоит в том, чтобы дать читателю возможность определить необходимые шаги, ознакомиться с различными инструментами, гидрологическими и гидравлическими концепциями и, самое главное, понять, в какой мере следует обращаться за советом к опытным экспертам.

Для полного понимания примера необходимо иметь, по крайней мере, базовые знания в области гидрологии и гидравлики. Разъяснения в Разделе 2 помогают и дают некоторые полезные базовые знания, но, конечно, они не заменяют собой тренинги (обучение) и опыт.

Следует иметь в виду, что пример с показанными мерами был выбран для того, чтобы пройти через все этапы и продемонстрировать их, а не предоставить детальное решение для конкретного участка.

Таким образом, действительно возможно выбрать другой период повторяемости, другое количество осадков или иные меры и разрабатывать их применение в других местах.

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ГИДРОЛОГИИ И ПО БОРЬБЕ С НАВОДНЕНИЯМИ

В этом разделе представлены простые гидрологические знания, подходы и формулы, позволяющие читателям производить собственные расчеты.

Необходимо понять основополагающие гидрологические и гидравлические принципы, чтобы выявить коренные причины бедствий, выбрать адекватные краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные меры по борьбе с ними и развивать их. Решающую роль играют принципы управления бурными потоками и стабилизации русла рек. Вот почему предлагается ряд подходов в поддержку рекомендаций относительно оценки риска, планирования, проектирования и выбора места для осуществления мер по смягчению последствий наводнений.

2.1 Процессы поверхностного стока воды и формирование паводков в водоразделе

Гидрологические свойства водосборного бассейна взаимосвязаны между собой и, как правило, изменение одной особенности оказывает воздействие на другие. Для понимания процесса формирования паводков в водоразделе важно понимать процесс формирования стока воды и знать, как деятельность человека влияет на объем и пик паводков.



Рисунок 34: Гидрологические процессы, связанные с поверхностными стоками воды

На следующей таблице указана связь гидрологических свойств с образованием поверхностного стока воды.

Таблица 6: Гидрологические свойства, воздействующие на формирование поверхностного стока (взято у Мейдмента, 1998).

Свойства	Характеристика	Сток воды
Природные факторы		
Топография	Крутые склоны $> 10^\circ$	
	Крутизна уклона $> 1^\circ$ и $< 10^\circ$	
	Пойма реки	
Почва	Структура с крупными порами и меньшей степенью адгезии (связанности) - водопроницаемая (гравий, мелкий и крупный песок,	
	Структура с небольшими порами и средней степенью адгезии (связанности) – менее водопроницаемые (ил, наносы)	
	Структура с небольшими порами и высокой степенью адгезии (связанности) – почти водонепроницаемая (глина, тина)	
	Глубокие слои почвы или почва, не содержащая пластов глины или тины	
	Неглубокие почвы или почва с пластами глины или тины	

Свойства	Характеристика	Сток воды
Природные факторы		
Растит.покров	Плотный растительный покров с глубокой корневой системой	
	Земля, покрытая растительностью	
	Земля, покрытая редкой растительностью	
	Оголенная почва	
Антропогенные факторы		
Городская местность	Мощная поверхность (асфальтированные или бетонированные дороги, крыши)	
	Камни, кирпичи с водонепроницаемыми соединениями	
	Уплотнённые поверхности (грунтовые дороги с автомобильным	
	Камни, кирпичи с водопроницаемыми соединениями	
	Засаженные поверхности	
Дорожный дренаж	Дренажа на дорогах нет	
	Дорожный дренаж с противопаводковыми плотинами	
	Дорожный дренаж, отведенный на засаженные и водопроницаемые	

Помимо природных факторов, основными факторами увеличения стока воды часто являются изменения в землепользовании. Изменения в землепользовании можно понимать, как первопричину увеличения пика наводнений, эрозии, оползней и селей, в тех случаях, когда нарушена инфильтрация. В таблице 7 обобщены типы гидрологических воздействий, связанных с изменениями в землепользовании.

Таблица 7: Гидрологическое воздействие изменений в землепользовании (взято у Мейдмента, 1998)

Изменения в землепользовании	Компоненты, подвергающиеся воздействию	Затронутые гидрологические процессы	Географический масштаб и вероятная магнитуда воздействия
Лесоразведение (Вырубка лесов имеет противоположный эффект)	Объём годового стока воды	Повышенное задержание наносов во влажные сезоны	На уровне бассейна; магнитуда пропорциональна лесному покрову
		Повышенная транспирация в сухой период, благодаря повышенной доступности воды к корневым системам на глубине	
	Объём сезонного стока воды	Повышенное задержание наносов и увеличенное испарение в засушливый период повышает недостаток влаги в почве и уменьшает продолжительность сухого сезона.	На уровне бассейна; может иметь значительную магнитуду для уменьшения продолжительности сухого сезона
		Дренажные меры в сочетании с посадкой саженцев могут увеличить продолжительность сухого сезона	На уровне бассейна; дренажные меры могут увеличить продолжительность сухого сезона
	Паводки	Задержание наносов уменьшает объём паводков путем удаления части штормовых дождевых осадков. Способствует сохранению влаги.	На уровне бассейна; обычно эффект небольшой, но дает наибольший эффект при небольших штормовых событиях
	Эрозия	Высокий уровень инфильтрации в природных, смешанных лесах уменьшает объём поверхностного стока воды и эрозии.	На уровне бассейна; снижает уровень эрозии
		Стабильность склона повышается путем снижения почвенных пор, давления воды и укрепления корней деревьев в лесу.	На уровне бассейна; снижает уровень эрозии
		Ветровал деревьев и тяжесть древесных культур уменьшает стабильность склона.	На уровне бассейна; увеличивает эрозию
		Без подлесья из кустарников и травы эрозия почвы через выделение жидкости увеличивается.	На уровне бассейна; увеличивает эрозию

Изменения в лесопользовании	Компоненты, подвергшиеся воздействию	Затронутые гидрологические процессы	Географический масштаб и вероятная магнитуда воздействия
		Хозяйственная деятельность: возделывание земли, дренажные работы, строительство дорог, лесоповал – все это увеличивает объем эрозии.	На уровне бассейна; хозяйственная деятельность часто оказывается более важной, чем непосредственное воздействие лесов
	Климат	Повышенное испарение.	Макро и мезо масштабы
Интенсификация сельского хозяйства	Количество воды	Изменение уровня испарения воздействует на объем поверхностного стока воды.	На уровне бассейна; эффект - маргинальный
		Изменение временных рамок штормового поверхностного стока из-за дренирования земель.	На уровне бассейна; значительный эффект
	Эрозия	Возделывание земли без надлежащих мер по сохранению почвы и неконтролируемого выпаса скота на крутых склонах увеличивает объем эрозии.	На уровне бассейна; эффект зависит от участка
Высушивание болотистых местностей	Паводки	Метод дренирования, тип почвы, улучшение состояния каналов – все это действует на принятие ответных мер во время наводнения.	На уровне бассейна; открытый дренаж повышает пик наводнений
Урбанизация	Объем паводков	Водонепроницаемые поверхности, такие как мощеные дороги, парковки автомобилей, крыши не дают дождевым осадкам просачиваться в почву.	На уровне бассейна; увеличение объема наводнения пропорционально площади водонепроницаемой поверхности
	Пик половодья	Поверхностный сток воды в городской местности имеет более высокую скорость.	На уровне бассейна; увеличение скорости, наряду с увеличением объема поверхностного стока воды и концентрацией стоков воды в трубах и каналах, значительно увеличивает пик половодья.

В таблице показано как положительное, так и отрицательное воздействие разведения лесов на доступность водных ресурсов. Это не должно вводить читателя в заблуждение. Следует отметить, что положительный эффект намного превышает отрицательный.

2.2 Кривые интенсивности-продолжительности-частоты осадков (кривая ИПЧ)

Кривая ИПЧ иллюстрирует сочетание интенсивности осадков (мм/час), продолжительности и частоты выпадения осадков. Эти три параметра составляют ось графика кривой ИПЧ. Кривая ИПЧ в идеале основана на долгосрочных данных о количестве осадков.

Основным фактором при всех расчетах расходов воды и расчетных паводков являются дождевые осадки. Сложность заключается в том, чтобы устранить пробелы в имеющихся данных о количестве осадков. Очень мало научных наземных станций и у них часто нет нужных данных; особенно проблематично получить данные по высокому временному разрешению менее чем за один день. Другая проблема в Таджикистане заключается в том, что экстремальные дождевые явления часто совпадают с процессом таяния снега.

Реальным способом получения данных об осадках, имеющих отношение к борьбе с наводнениями, являются временные ряды, получаемые из спутниковых наблюдений и верифицированных с данными наземных станций. За исключением данных МИТО (Миссия по измерению тропических осадков) или ГИО (Миссия по Глобальному измерению осадков) (см. часть I), временные ряды представлены в виде суточных значений. Несмотря на то, что есть риск того, что суточные значения могут неправильно определить дождевые явления более короткой продолжительности, чем один день, они могут быть использованы для статистического анализа, на основе которого рассчитываются кривые глубины, продолжительности и частоты осадков (ГПЧ). Тем не менее, результаты нужно принимать с осторожностью до тех пор, пока не может быть проведена верификация с данными записей наблюдений.

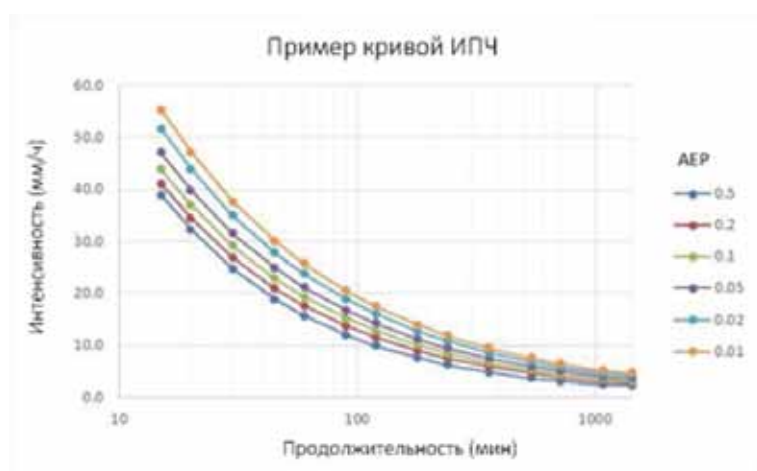
Согласно работе Мейдмента, 1998 кривые ИПЧ могут быть описаны математически, чтобы облегчить произведение расчетов в следующей форме:

$$i = \frac{c}{t^c + f}$$

где:

- i: расчетная интенсивность осадков [мм/час].
 t: продолжительность в минутах
 c: коэффициент, зависящий от вероятности превышения
 e, f: коэффициенты зависящие от местоположения

Рекомендуется, чтобы коэффициенты для Таджикистана для различных местностей разрабатывались равномерно и были доступны для общего пользования, чтобы специалисты по борьбе с наводнениями могли их применять. Отличительным преимуществом обобщенного подхода, охватывающего всю страну, является то, что основа для целей проектирования гармонизирована в соответствии со стандартизированным подходом.



Скорее всего, кривая неправильно определяет ситуацию на срок менее 1 дня, в связи с отсутствием базы данных.

Рисунок 35: Пример кривой ИПЧ, разработанный на основе суточных значений, полученных со станции Хабурабад

Как правило, кривые ИПЧ, нанесенные на логарифмическую шкалу, показывают строгую линейность, поэтому значения, равные и превышающие один день, могут служить ориентиром для расчета более короткой продолжительности выпадения осадков.

Применение кривой ИПЧ без учета таяния снега приводит к занижению оценки, поэтому коэффициент безопасности должен быть выше. Из рисунка 35 видно, что интенсивность осадков составляет 20 мм/час при 60 минутах осадков и 10-летнем периоде возврата.

Значения по станции Хабурабада взяты из данных ВБ за 2017 год). Данные об осадках за период до 1991 года также можно загрузить на сайте: https://geographic.org/global_weather/tajikistan/khaburabad_853.html

2.3 Расчет поверхностного стока воды

Первыми элементами, необходимыми для разработки мер по смягчению последствий паводков, являются расчет стока воды и выведение пика паводков и гидрографов. Существует ряд подходов, для применения которых необходимы сложные расчеты и данные. Предлагаем два широко используемых метода. Для обоих методов требуется всего нескольких параметров и оба метода подкрепляются большим количеством литературы и источников, из которых могут быть взяты коэффициенты.

2.3.1 Рациональный метод

Самый простой подход это рациональный метод, который первоначально был разработан для городской гидрологии. Это широко используемый подход, в котором применяется взаимосвязь между площадью водосбора, интенсивностью осадков и коэффициентом стока воды, который отражает почвенно-растительный

покров, типы почв и склона суб-водосбора. Этот подход прост в применении и здесь требуется незначительное количество данных. Точность не такая высокая, как при применении более сложных и физически обоснованных подходов, и здесь необходимо соблюдать основополагающие допущения и ограничения.

Рациональный метод подходит для оценки пикового расхода воды для небольших дренажных зон. Этот метод предоставляет дизайнеру пиковое значение расхода, но не дает временных рядов расхода воды или объема потока.

Рациональный метод прогнозирует пиковый сток воды в соответствии с формулой:

$$= c \cdot i \cdot A \cdot 0.00268$$

где:

Q: пиковый расход воды [м³/с]

C: коэффициент стока [-] (c - функция почвенно-растительного покрова, типа почвы и уклона водосбора)

I: интенсивность осадков [мм/час] (интенсивность осадков - это средняя интенсивность осадков в мм/час за определенную продолжительность осадков и выбранную частоту. Предполагается, что продолжительность осадков равна времени концентрации).

A: площадь под- водосбора [га]

Единицы измерения необходимо принимать с осторожностью и к ним необходимо применить коэффициент конверсии. Приведенное выше уравнение рассчитывает пиковый расход со значением i в [мм/час] и площадь в [га], а коэффициент отражает пересчет в м³/с. Коэффициент стока воды изменяется при применении к сельским и смешанным водосборным бассейнам и рассчитывается на основе четырех компонентов стока воды.

Таблица 8: Коэффициенты стока воды для водосборов в сельской местности (взято из документа TxDOT, 2016)

Характеристика водораздела	Экстремальный	Высокий	Нормальный	Низкий
Рельеф - Cr	0.28-0.35	0.20-0.28	0.14-0.20	0.08-0.14
	Крытый холмисто-овражистый рельеф местности со средним уклоном более 30%.	Холмистый рельеф со средним уклоном 10-30%	Неровная, с изгибами местность со средним уклоном 5-10%	Относительно равнинная местность со средним уклоном 0-5%
Инфильтрация почвы - Ci	0.12-0.16	0.08-0.12	0.06-0.08	0.04-0.06
	Без эффективного растительного покрова; каменистый либо тонкий напочвенный покров с незначительной инфильтрационной способностью.	Медленно впитывающая воду, глинистая или рыхлая суглинистая почва с низкой водонепроницаемостью или плохо дренируемая почва.	Нормальная, хорошо дренируемая почва с легкой или средней текстурой, песчаный суглинок.	Глубоко залегающая песчаная почва или другая почва, которая хорошо впитывает воду; очень легкие, хорошо дренируемые почвы
Растительный покров - Cv	0.12-0.16	0.08-0.12	0.06-0.08	0.04-0.06
	Без эффективного растительного покрова, оголенная почва или почва с очень скудной растительностью	Слабый - умеренный; очистительная обработка земли, зерновой или скудный природный покров, на менее чем 20% дренажной площади имеется хорошая растительность.	Умеренный - хороший; более 50% территории – хорошие луга и пастбища, не более 50% территории занято под пропашные культуры.	Хороший – отличный; на около 90% водосборного бассейна - хорошие луга и пастбища, лесистая местность или эквивалентный растительный покров.
Поверхностное задержание стока воды - Cs	0.10-0.12	0.08-0.10	0.06-0.08	0.04-0.06
	Незначительное; имеется всего несколько лощин, и они поверхностные, отводные каналы крутые и небольшие, маршей нет	Хорошо определенная система небольших отводных канав, нет прудов или маршей	Нормальное, значительное количество поверхностных лощин, например, водохранилищ, прудов и маршей	Много поверхностных водохранилищ, дренажных систем, которые четко не обозначены; большие пойменные хранилища, большое количество прудов или маршей

Окончательный коэффициент: $= \sum_{i=1}^n C_i + \dots$

На территориях, где применяются различные виды землепользования, следует использовать составной коэффициент поверхностного стока. Составной коэффициент поверхностного стока оценивается на основании области каждого соответствующего землепользования и может быть рассчитан в виде формулы:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Предположения и ограничения таковы:

- Метод можно применять, если время концентрации для дренажной зоны меньше, чем время пиковой интенсивности осадков.
- Расчетный сток воды прямо пропорционален интенсивности осадков.
- Интенсивность осадков равномерна в течение всего периода шторма.
- Периодичность пиковых расходов соответствует периодичности осадков, вызывающих это событие.
- Дождевые осадки равномерно распределены по дренажной зоне.
- Минимальная продолжительность, используемая для расчета интенсивности осадков, составляет 10 минут. Если время концентрации, рассчитанной для дренажной зоны, составляет менее 10 минут, то для расчета интенсивности осадков следует принять продолжительность 10 минут.
- Рациональный метод не учитывает сохранение воды в зоне дренажа. Предполагается, что будет заполняться доступное хранилище.

Таблица и расчет коэффициентов для сельского и смешанного землепользования взяты из Руководства по гидравлике Министерства транспорта штата Техас (см. (TxDOT, 2016).

Основным недостатком этого метода это недостаточное физическое представление характерных особенностей водосбора и отсутствие гидрографов.

2.3.2 Метод Службы охраны почв (СОП)

Метод СОП был разработан Национальной службой охраны ресурсов (ранее известная как Служба охраны почв) Министерства сельского хозяйства США. В этом подходе используются физические параметры водосборной площади, такие как тип почвы, землепользование, уклон, из которого выводится так называемый «Номер кривой» (НК). Значение НК представляет собой характеристику стока воды и колеблется от 20 (очень высокая характеристика удержания стока, почти полное отсутствие стока воды) до 100 (отсутствие удержания и потери стока воды, результаты осадков во время стока). Он был разработан на основе событийно-управляемого подхода с использованием накопленных осадков, на основе которых рассчитывается объем паводка. Пиковый расход воды определяется временем добегания стока воды, то есть временем подъема до пика гидрографа. Предполагается составление треугольного гидрографа.

Для применения этого подхода требуется больше усилий, чем для применения рационального метода, но здесь учитываются физические характеристики. Благодаря этому, подход становится более прозрачным. Кроме того, база данных по значениям НК большая, с бесчисленными публикациями, с таблицами со значениями НК. Производные величины, получаемые в результате применения этого подхода включают в себя потери, обусловленные бедствиями, и допускают предшествующее наличие влаги в почве до наступления бедствия. Это важно, так как условия почвенной влаги оказывают большое влияние. Без внесения данных о предшествующей влажности почвы можно ожидать получения наилучших результатов для обнаженной почвы или почвы с редким растительным покровом.

Список значений НК по различным гидрологическим почвенным группам и растительному покрову можно найти здесь: https://en.wikipedia.org/wiki/Runoff_curve_number.

Потенциальная площадь удержания S (мм) рассчитывается по формуле:

$$S = 25.4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

где:

S : потенциальная площадь удержания (мм)

CN : номер кривой [-]

Объем поверхностного стока Q_v рассчитывается по формуле:

$$Q_v = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{(P + 0.8 \cdot S)}$$

где:

Q_v : объем или глубина поверхностного стока (мм)

P : накопившиеся дождевые осадки (мм)

Пиковый расход воды получается путем допущения треугольного гидрографа, полученного при помощи формулы:

$$Q_p = \frac{0.208 \cdot A \cdot Q_v}{0.5 \cdot D + 0.6 \cdot t_c}$$

Где:

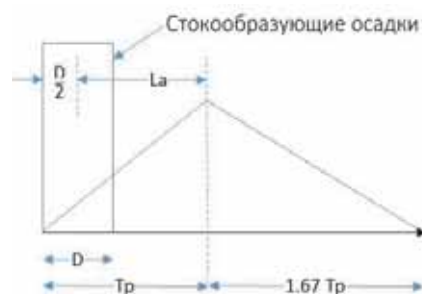
Q_p : пиковый расход воды (м³/с)

A : площадь водораздела (км²)

D : продолжительность дождевых осадков (часы)

t_c : время концентрации (час)

T_p : время нарастания (час)



2.3.3 Время концентрации

Время концентрации t_c – это время после начала стокообразующих осадков, когда все участки дренажного бассейна одновременно содействуют потоку в водосборном русле. Это также относится к наибольшей длине наземного потока от самой дальней точки дренажной площадки водосбора до водосборного русла, тогда как отдаленность имеет отношение ко времени добегания, нежели к расстоянию. Есть много формул, описывающих t_c . Ниже приводятся три из них.

Кирпих:

t_c^* : время концентрации [мин]

t_c : $t_c^*/60$ [час]

L : $L^*/0.3048$, где L^* – протяженность
поверхностного стока

S_0 : уклон [-]

$$t_c^* = 0.0078 \cdot L^{0.77} \cdot S_0^{-0.385}$$

Керби:

t_c^* : время концентрации [мин] t_c :

$t_c^*/60$ [час]

L : $L^*/0.3048$, где L^* – протяженность
поверхностного стока

n : коэффициент Маннинга [с/м^{1/3}]

S_0 : уклон [-]

$$t_c^* = 0.83 \cdot \left(L^{0.5} \cdot S_0^{-0.5} \right)^{0.467}$$

СОП – время добегания стока:

t_c^* : время концентрации [мин]

t_c : $t_c^*/60$ [час]

L : $L' [m]/0.3048$, где L' – протяженность
поверхностного стока

S : площадь потенц. удержания $S = 1000/CN - 10$

CN : номер кривой

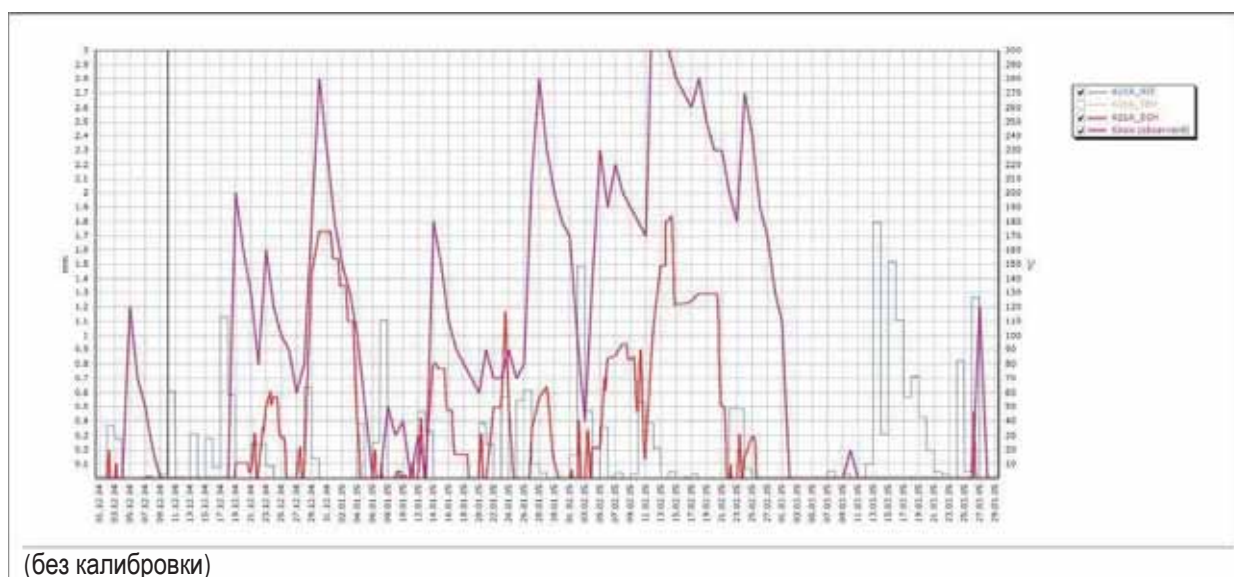
S_o : уклон [%]

$$t_c^* = 0.8 \cdot \frac{(1 + 1)^{0.7}}{1900 \cdot S_o^{0.5}}$$

Кирпих учитывает длину склонов и длину поверхностного стока, но не учитывает почвенно-растительный покров. Недостатком формулы Кирпиха является то, что показатель t_c не меняется, даже если в землепользовании в дренажном бассейне произойдут изменения. Кирби вводит коэффициент шероховатости по Маннингу, который отражает почвенно-растительный покров и может показать изменения в землепользовании. В формуле СОП по времени добегания стока используется значение НК и дается более длинный показатель t_c по сравнению с Кирпихом и Кирби. Применение формулы СОП по времени добегания стока дает лучшие результаты по сравнению с другими моделями, учитывающими потери и сложные подходы, такие как изохроны времени добегания стока, каскады с различным временем добегания стока и различными компонентами потока.

2.4 Расчет снежного покрова

Вычисление количества выпавшего снега, уплотнения и водного эквивалента снежного покрова имеет решающее значение для Таджикистана в любых гидрологических вопросах. Ниже приводится краткий пример на основе данных со станции Хабурбад, рассчитанных по методу вычисления степени уплотнения снежного покрова (Бертл, 1966) и (Кнауф, 1980). Этот метод основан на полевых испытаниях, проведенных Бюро США по мелиорации.



По каждому из параметров имеется свой набор предположений и коэффициентов, которые часто неизвестны и их приходится угадывать. Все же, УУСП это признанный и обычно применяемый подход, который дает хороший обзор для составления карты районов, подверженных эрозии. Недостатком уравнения является то, что оно дает результат в виде ежегодного смыва почвы. Это означает, что оно не основано на событиях. Были разработаны событийно-управляемые, известные как модифицированные модели УУСП (МУУСП), в которых фактор эрозийности дождя заменен на событийно-управляемый фактор эрозийности.

2.5.1 Фактор эрозийности дождя R

Эрозийность дождевого стока рассчитывается как продукт кинетической энергии гроз и ураганов (E) и максимальной 30-минутной глубины гроз и ураганов (I30), подытоженной по количеству гроз и ураганов в год. Эрозийность дождя рассчитывается на основе годового или месячного количества осадков.

Формула, основанная на месячном и годовом количестве осадков.

При подходе, учитывающем годовое количество осадков используется:

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} \frac{PM_i^2}{P}$$

PM: Месячный объем осадков

P: Годовой объем осадков

Каждый месяц измеряется его долгосрочной средней величиной. Для получения фактора R применяются два уравнения: $R = [0.07397 \cdot MFI^{1.847} / 1.72]$, где $MFI < 55$ мм

$$R = [95.77 - 6.081 \cdot MFI + 0.4770 \cdot MFI^2 / 17.2], \text{ где } MFI > 55 \text{ мм}$$

2.5.2 Событийно-управляемая эрозия почвы

При модифицированной модели УУСП (МУУСП), для прогнозирования эрозии почвы по отдельным явлениям, приводящим к водной эрозии, фактор эрозийной активности R заменяется на производное от количества осадков и объема стока воды.

Примеры формулы:

$$S' = 95(Qp_p)^{0.56} \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

где:

S': сток наносов по одному явлению в тоннах [t]

Q: общий объем поверхностного стока воды в футах [ft³]

pp: пиковый расход воды [ft³/s].

Параметры K, L, S, C и P идентичны параметрам УУСП.

Для преобразования в метрические единицы необходим коэффициент для перевода кубических футов в кубические метры, таким образом, результат такой - $S = S' \cdot 0.0283168$.

2.5.3 Эродируемость почвы (фактор K)

Фактор K отражает подверженность (предрасположенность) почв к эрозии. Согласно исследованию, проведенному в Файзабадском районе в Таджикистане, коэффициент K варьировал от 0,37 до 0,42 (Бёхлманн и др., 2010). В этом исследовании была применена номограмма, выведенная в работе Вишхмейера и Смита, 1978г.

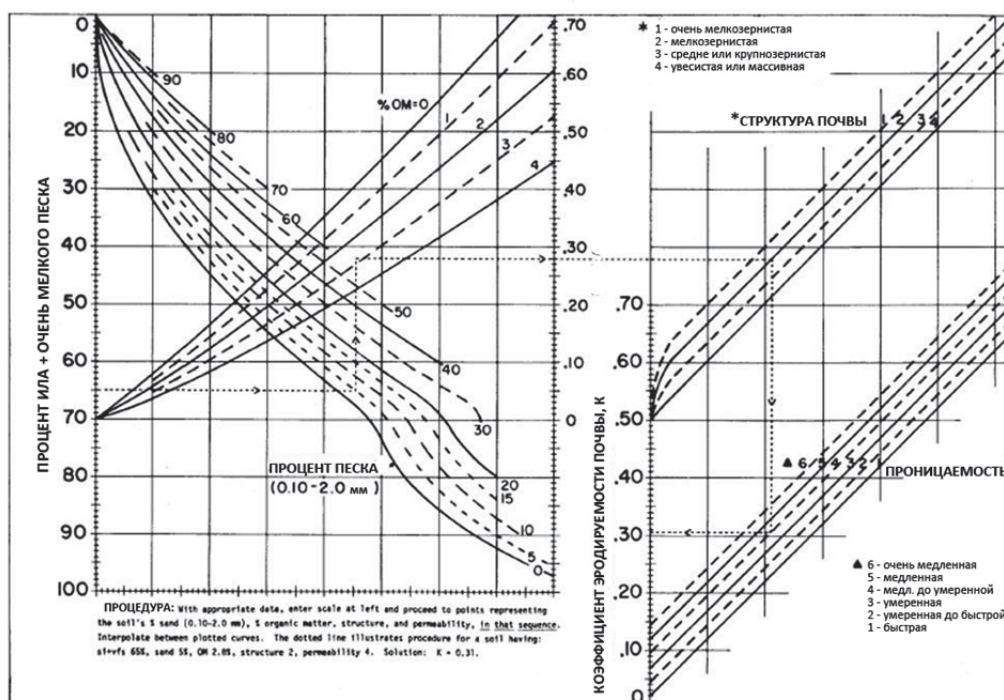


Рисунок 36: Номограмма для оценки фактора К (Вишхмейер и Смит, 1978)

2.5.4 Длина склона (Фактор L)

Фактор L в модели УУСП - это расстояние от точки зарождения поверхностного склонового стока воды либо до точки, где крутизна склона уменьшается достаточно для того, что начинается отложение осадочных материалов, либо до того места, где поток соединяется с системой стоков.

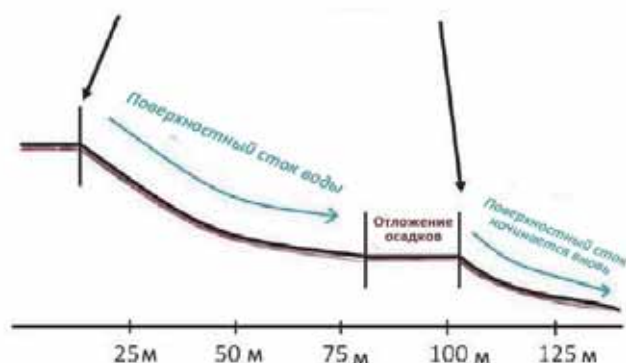
$$L = (\lambda / 22.13)^m$$

где

λ : средняя длина склона на отдельных полях в [м]

m: переменный показатель длины склона, который зависит от крутизны склона.

- $m = 0,5$ для склонов, превышающих 5%,
- $m = 0,4$ для склонов от 3% до 5%,
- $m = 0,3$ для склонов менее 3%.



(все данные взяты из работы Вишхмейера и Смита, 1978г)

Для практического использования, средние значения могут быть определены с помощью ГИС или с помощью карты и оценки посредственных (средних) условий. Этот фактор линейно связан с годовыми потерями от эрозии. Это означает, что ошибка в 10% при оценке этого параметра приводит к 10%-ному изменению результата.

2.5.5 Крутизна склона (фактор S)

Вычисление уклона, который требуется для расчета фактора S, является стандартной процедурой в ГИС-приложениях с цифровой моделью рельефа. Подход к оценке коэффициента S применяется в соответствии с работой Ренарда, Фостера, Уессиса, Маккула и Иодера, 1997:

$$S = 65.41 \sin^2\theta + 4.56 \sin \theta + 0.065$$

θ = средний угол уклона в градусах

или

$S = 10.8 \sin \theta + 0.03$, крутизна уклона < 9%

$S = (\sin \theta / 0.0896)^{0.6}$, крутизна уклона $\geq 9\%$

2.5.6 Управление растительным или почвенным покровом (фактор C)

Фактор C определяется, как соотношение потери почвы на землях, возделываемых при определенных условиях, к соответствующим потерям почвы на возделываемых длительное время паровых площадях.

Пример значений фактора C

Класс растительного покрова	C-фактор	Местоположение	Автор/Источник
Густые леса	0.001	Суматра	КООИМАН (1987)
Редкие леса	0.001	Суматра	КООИМАН (1987)
Кустарники и кустарниковая растительность	0.1	Ява	ХАМЕР (1981), цитата по
Низкая лесистость (залежная земля)	0.2	Ява	ХАМЕР (1981), цитата по
Оголенная почва	1	Суматра	КООИМАН (1987)
Жилые районы и приусадебные сады и огороды	0.14	Суматра	КООИМАН (1987)

Более подробная информация о том, как подробно оценить данный параметр дана в работе Ренарда, Фостера, Уессиса, Маккула и Иодера, 1997).

Литературы о значениях C и P в Таджикистане мало. В работе Бёхлмана и др., 2010 получено значение C в размере 0,2 для овощей, которые выращиваются в рамках смешанного земледелия, и приведены в таблице ниже.

2.5.7 Практика охраны природы и поддержка правильного природопользования (фактор P)

Коэффициент P - это соотношение потери почвы при конкретной практике поддержки к соответствующей потере почвы при вспашке склона вдоль и поперек.

Значение коэффициента P будет уменьшаться при более эффективных методах оказания механической поддержки, таких как контурная обработка, ленточный посев (полосное земледелие), террасирование и канавы для задержания поверхностного стока. При отсутствии практики поддержки природопользования на рассматриваемой территории, присваиваются максимальные значения 1, что означает отсутствие воздействия землепользования.

2.6 Гидравлические расчеты

Гидравлические расчеты необходимы для преобразования расхода воды из гидрологических соображений в скорость потока, глубину потока и расчет влекущей силы потока, воздействующей на частицы неустойчивого русла.

Учитывая поперечное сечение потока, среднюю скорость можно рассчитать, используя уравнение непрерывности: $v = Q / A$, где Q = расход [м³/с], а A - площадь поперечного сечения потока [м²].

При оценке емкости каналов, для равномерных потоков обычно применяется уравнение Маннинга:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

где:

v: скорость в м³/с

n: коэффициент шероховатости Маннинга (= 1/кст, где кст = коэффициент Стриклера)

R: гидравлический радиус [м] = A / WP

A: площадь поперечного сечения потока [м²].

WP: смоченный периметр потока [м]

S: уклон линии напора [м/м]. Для равномерного и стабильного потока S - это уклон русла реки.

Необходимо итерирование, поскольку для расчета WP и A необходимы показатели уровня воды. С показателями A и получаемой в результате этого скорости потока, показатели расхода воды необходимо проверить с помощью формулы $v = Q/A$. Результат достигается тогда, когда расчетный уровень воды приводит к поперечному сечению потока, из которого $v = Q/A$ и v по уравнению Маннинга дают ту же скорость течения.

Общепринято допущение стационарного, равномерного стока и использование уклона русла. Необходимо иметь в виду, что во время наводнения поток не является ни неизменным, ни однородным, поэтому результат включает в себя определенную степень неопределенности. При проектировании это должно быть отражено с помощью факторов безопасности. Предлагаемые коэффициенты шероховатости по Маннингу приведены в таблице 10. Эти коэффициенты могут меняться на крутых склонах местности.

Таблица 10: Коэффициент шероховатости по Маннингу (взято из работы TxDOT, 2016)

Естественные русла	Минимальный	Нормальный	Максимальный
<i>Малые водотоки (наибольшая ширина во время паводков <30 метров)</i>			
Потоки на равнинах:			
Чистые, прямые, полностью заполненные водой, без расселин или глубоких прудов	0.025	0.030	0.033
Такие же, как упомянуто выше, но больше камней и водорослей	0.030	0.035	0.040
Чистые, с извилинами, с прудами и мелководьем.	0.033	0.040	0.045
Такие же, как упомянуто выше, но немного камней и водорослей	0.035	0.045	0.050
Такие же, как упомянуто выше, но более низкие ступени, больше неэффективных уклонов и участков.	0.040	0.048	0.055
Чистые, с извилинами, с прудами и мелководьем, немного водорослей и много камней.	0.045	0.050	0.060
Вялотекущие участки, много водорослей, глубокие запруды.	0.050	0.070	0.080
Заросшие сорняками и водорослями участки, глубокие запруды или паводко-разгрузочные каналы с тяжелым древостоем и кустарниковыми зарослями.	0.075	0.100	0.150
Горные потоки, без растительности в русле, берега обычно крутые, деревья и кустарники вдоль берегов, на более высоких ступенях, погружаются в воду			
Дно русла: гравий, щебень, несколько валунов.	0.030	0.040	0.050
Дно русла: щебень с большими валунами.	0.040	0.050	0.070
<i>Намывные равнины</i>			
Пастбища, без кустарников:			
Низкорослые травы	0.025	0.030	0.035

Естественные русла	Минимум	Нормальный	Максимум
Высокотравье	0.030	0.035	0.050
Культированные земли:			
Без сельскохозяйственных культур	0.020	0.030	0.040
Зрелые пропашные культуры	0.025	0.035	0.045
Зрелые полевые культуры	0.030	0.040	0.050
Кустарники:			
Разбросанные кустарники, тяжелые сорняки	0.035	0.050	0.070
Легкие кустарники и деревья, зимой	0.035	0.050	0.060
Легкие кустарники и деревья, летом	0.040	0.060	0.080
Средние-плотные кустарники, зимой	0.045	0.070	0.110
Средние-плотные кустарники, летом	0.070	0.100	0.160
Деревья:			
Плотные лозины (ивняк), летом, прямые	0.110	0.150	0.200
Расчищенные земли с пнями (обрубки деревьев), без веток	0.030	0.040	0.050
Так же, как упомянуто выше, но с сильно разросшимися ветвями	0.050	0.060	0.080
Тяжелый древостой, несколько пробковых деревьев, небольшое мелколесье, уровень воды при паводке ниже крон деревьев	0.080	0.100	0.120
Так же, как упомянуто выше, но уровень воды при паводке достигает крон деревьев	0.100	0.120	0.160
<i>Крупные водотоки (наибольшая ширина в период затопления > 30 метров)</i>			
Обычные участки без крупных булыжников или кустарников	0.025	--	0.060
Необычные и неровные участки	0.035	--	0.100
Каналы с облицованными берегами			
Облицованные бетоном	0.012	--	0.018
Облицованные каменным материалом вместе с бетоном	0.017	--	0.030
<i>Необлицованные русла реки</i>			
Грунтовые, прямые и равномерные	0.017	--	0.025
С изгибами и медленнотекущие	0.022	--	0.030
Каменные русла, сорняки на берегах	0.025	--	0.040
Грунтовое дно, покрытые щебнем берега	0.028	--	0.035
Выемки горных пород	0.025	--	0.045

Альтернативой уравнению Маннинга является формула Дарси Вейсбаха.

$$v = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot 8 \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I_E}$$

где:

v: средняя скорость [m/s]

λ: Коэффициент прочности [-]

r_{hy} : гидравлический радиус [м] = A / WP

I_E : наклон линии напора [м/м]. Для равномерного установившегося потока, S – это уклон русла. Коэффициент прочности может быть выражен формулой:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.03 \cdot \lg \left(12.27 \cdot \frac{r_{hy}}{k_s} \right)$$

где k - эквивалент шероховатости песка. Этот подход является более сложным, чем формула Маннинга, но получает широкое признание благодаря лучшей приблизительной оценке потоковых процессов. Однако для применения формулы необходимо ее обработать.

Таблица 11: Эквивалентные коэффициенты шероховатости песка (взяты из работы Патта, 1998)

Структура берегового русла	K_s [мм]
Каменные:	
Выровненные с помощью машин	220 – 350
Необработанные	450 – 700
Грунтовые каналы:	
Обычные	15 – 60
В хорошем состоянии, без растительности	6 – 10
Русла и берега илистые, обычные	25 – 50
Дно из гравия, редкая растительность	80 – 140
Средний уровень растительности	190 – 270
Содержатся в плохом состоянии	300 – 500
С донными наносами	100 – 200
На поток оказывают сильное влияние водоросли и сорняки	500 – 1500
Камни и гравий (не переносятся)	
Крупнозернистый гравий	50 – 54
Крупнозернистый гравий, смешанный с песком и грязью	30 – 40
Песок и гравий (< 6 см)	20 – 55
В основном обычные, обработанные машинами, камни (10-20 см), прямое	16 - 18

2.7 Перенос осадочных отложений

Меры по борьбе с бурными потоками направлены на снижение типичных последствий бурных стремительных течений, эрозии и переноса/отложения эродированного материала. В отличие от Раздела 2.5, где эрозия понимается как размыв и потеря почвы, в этом разделе рассматриваются процессы эрозии, осаждения осадков и стабилизации в открытых каналах, руслах рек и берегах ручьев. Речной поток вызывает влекущую силу потока, которая отделяет и транспортирует материалы либо в виде донных наносов, либо в виде суспендированных твердых веществ. В данном документе основное внимание уделяется донным наносам. Влекущая сила потока вычисляется по уравнению:

$$\tau = \rho \cdot \dots$$

где:

τ : влекущая сила потока или абсолютное напряжение [N/m^2].

ρ_w : плотность воды [kg/m^3], $\rho_w = 1000 \text{ кг/м}^3$

g : гравитация (удельный вес) [m/s^2]

r_{hy} : гидравлический радиус [м] = A / WP

I_E : уклон линии напора [м/м]. Для равномерного и стабильного потока S - это уклон русла.

Влекущей силе потока противостоит сопротивление донных материалов отделению и транспортировке через свой вес, инерцию и трение. Порог, при котором начинается движение массы, называется критическим абсолютным напряжением, ограничивающим абсолютным напряжением или критической влекущей силой потока τ_{crit} . Стремительность течения потока можно оценить, сравнивая τ с τ_{crit} , чтобы определить, является ли $\tau > \tau_{crit}$. Если это так, тогда будет иметь место эрозия и/или перенос донных осадков.

Влекущую силу потока на береговой грунт можно рассчитать с помощью формулы:

$$\tau = \tau_{bed} \cdot \left(\cos \theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \theta}{\tan^2 \varphi}} \right)$$

где:

τ_{bed} : влекущая сила потока или абсолютное напряжение речного русла (см. выше) [N/m²]

θ : угол наклона берега над горизонталью.

φ : угол внутреннего (вязкого) трения берегового грунта

Значения для угла внутреннего трения:

Булыжник	30
Песок	30 - 40
Гравий	35
Ил	34
Глина	20
Сыпучий песок	30 – 35
Среднезернистый песок	40
Плотнозернистый песок	35 - 45
Гравий с песком	34 - 48
Тина	26 - 35

Поскольку угол внутреннего трения обычно составляет от 25 до 35, коэффициент внутреннего трения (tan) составляет от 0,5 до 0,7.

Суть управления стремительными потоками состоит в определении баланса между фактическим абсолютным напряжением, вызванным речным потоком, и критическим абсолютным напряжением, возникающим благодаря свойствам руслового материала. Любые гидрологические вмешательства в водосборном бассейне, которые снижают влекущую силу потока или повышают пограничное абсолютное напряжение, способствуют улучшению управления стремительными бурными потоками. Существуют структурные, инженерные и природоохранные меры, а также биологические методы, такие как улучшение состояние водосборного бассейна, рациональное использование земель и стабилизация почвы. Для достижения устойчивого решения все три компонента должны осуществляться в дополнение друг друга.

Не предпринимая ничего в области управления водосборным бассейном, но участие в структурных мерах подобно борьбе с симптомами, без устранения их коренных причин. Например, устранение эрозии почвы уменьшит количество взвешенных отложений и снизит мутность и плотность потока, что, в свою очередь, уменьшит удельный вес γ и ослабит влекущую силу потока.

Таблица 12: Критические значения абсолютного напряжения для различных типов руслового материала

Почва	d мм	Tau-crit	v crit	kst
Илистый грунт	0.02 ... 0.063	-	0.1 ... 0.2	40 .. 50
Мелкий песок	0.063 ... 0.2	0.5 .. 1.0	0.2 ... 0.35	40 ... 50
Среднезернистый песок	0.2 ... 0.63	1.0 ... 2.0	0.35 ... 0.45	40 ... 50
Крупнозернистый песок	0.63 ... 2.0	3.0 ... 6.0	0.45 ... 0.6	40 ... 50
Мелкий гравий	2.0 ... 6.3	8.0 .. 12.0	0.6 ... 0.8	40 ... 50
Среднезернистый гравий	6.3 ... 20	15	0.8 ... 1.25	40 ... 60

Крупнозернистый гравий	20 ... 63	45	1.25 ... 1.6	35
Камни, булыжники 50 ... 75	50 ... 75	-	1.7 ... 1.8	30
Камни, булыжники 75 ... 100	75 ... 100	-	1.9 ... 2.0	28

Таблица 13: Критическое абсолютное напряжение для укрепления берегов

Стабилизация	d мм	Tau-crit	v crit	kst
Покрытие из каменной наброски 32/63	32/63	30 ... 58	-	20 ... 30
Покрытие из каменной наброски 63/90	63/90	40 ... 75	-	20 ... 30
Покрытие из каменной наброски 63/125	63/125	75 ... 100	-	20 ... 30
Покрытие из каменной наброски 100 ... 150	100 ... 150	-	1.9 ... 3.4	20 ... 30
Каменные блоки	150 ... 200	53 ... 73	2.6 ... 3.8	-
Покрытие булыжными камнями (галька)	200 ... 300	73 ... 160	-	-
Трава (низкорослая, с хорошо прорастающими корнями), средней высоты	-	15 ... 18	1.5	-
Трава (низкорослая, с хорошо прорастающими корнями), самая высокая	-	20 ... 30	1.8	-
Сетчатые панели из бетона с травой	-	108	-	40 ... 50
Сетчатые панели из бетона с песком	-	40 ... 50	-	40 ... 50
Сетчатые панели из бетона с гравием	-	50 ... 100	-	40 ... 50
Бетон без наносов	-	-	4	-
Бетон с наносами	-	-	2.5	-
Растительные габионы	-	30 ... 40	-	-
Кустарники с хорошо прорастающими корнями	-	100 ... 140	-	-
Бутовые камни, укрепленные	-	-	5	-

Шиллинджер в своей работе (2001) провел оценку полевых и лабораторных тестов, чтобы составить критическое абсолютное напряжение мер по биоинженерии.

Таблица 14: Критическое абсолютное напряжение, взято по работе Шиллинджера (2001)

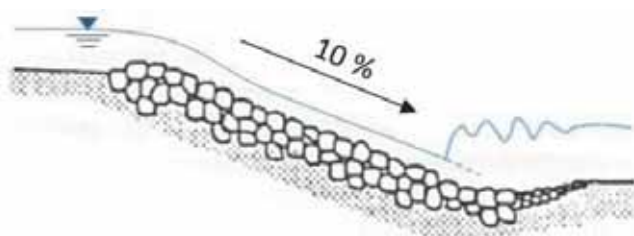
Мера	Литература /Автор	Срок [месяц]	vm [m/s]	ISO [%]	h [m]	bSo [m]	Уклон берега	tcrit [N/m²]	Комментарии
Матрасы из кустарникового ивняка	ФЛОРИНЕТ (1982)	15	-	30,0	1,20	16,0	4:5	218	Зангенбах
	ФЛОРИНЕТ (1995)	15	-	30,0	1,15	8,0	4:5	195	Ласанкенбах
		7	-	18,0	3,00	36,0	2:3	309	Пассер
		7	-	30,0	1,20	16,0	4:5	312	Зангенбах
		7	-	30,0	1,15	8,0	4:5	292	Ласанкенбах
		7	-	18,0	3,00	36,0	2:3	480	Пассер
	ЛАХХАТ (1994)	3 bzw. 7	3,2 - 3,5					300	
	ЗЕХ (1990)								
	БЕГЕМАНН/ШИЕХТЛ (1994)							50 bis >300	
	ГЕРСТГРАСЕР (2000)							200 - 300	
Плетни	СТЕЙГЕР (1918)	15	3,2 - 3,5	2,0			1:2	50	
	БОРКЕНШТАЙН (1976)							50	
	ЗЕХ (1990)								
	РОССЕРТ (1994)							50	
	ГЕРСТГРАСЕР (2000)							100 - 120	

Мера	Литература /Автор	Срок [месяц]	v _m [m/s]	ISO [%]	h [m]	b _{So} [m]	Уклон берега	T _{crit} [N/m ²]	Комментарии
Фашины	БЕГЕМАНН/ШИЕХТЛ (1994)							60	
	РОССЕРТ (1994)							70	
	ЛАКХАТ (1994)							250	
	LfU (1996)		2,5 - 3,0	0,6 - 0,9				70 - 100	Фашины из валежника
	ЗЕХ (1990)		3,0 - 3,5	0,6 - 0,9				100 - 150	Живые фашины
	ГЕРСТГРАСЕР (2000)	15	3,5 - 4,0					180 - 240	С живыми кольями
	СТЕЙГЕР (1918) ШОКЛИТХ (1930)	15	2,0 - 2,5	7,0				120 - 150	На кустарниковой укладке
Черенки ивы	ВИТЗИГ (1970)			5,5	3,00	28,0	2:3	165	Посадка растений вместе с бетонными блоками
	EVED (1982)							> 140	Посадка растений наряду с укреплением берегов булыжниками
	БЕГЕМАНН/ШИЕХТЛ (1994)	0 - 3 года						50 - 250	С кольями и укладкой камней в ряде блоков
	LfU (1996)	0 - 3 года	3,0 - 3,5	0,6 - 0,9				75 bis > 350	С покрытием из каменной наброски
	ГЕРСТГРАСЕР (2000)	15	2,2 - 2,8					100 - 150	Скрутки из кокосового волокна
	ВИТЗИГ (1970)						2:3	100	Эластичный
	ЭАСФ (1973) АНСЕЛЬМ (1976)	1-2 года > 2 года 20 года						100 - 140 50 - 70	
Кустарниковый ивняк								100 - 140	
								800	
Покрытие из каменной наброски	ГЕРСТГРАСЕР (2000)	15	3,0 - 3,5					120 - 160	Геотекстиль с кустарниковой укладкой
	СТЕЙГЕР (1918) LfU (1996)		3,5 - 4,0	7,0				170 bis 150	
	ЗЕХ (1990) БЕГЕМАНН/ШИЕХТЛ (1994)	0 - 3 года	3,5					100	Совместно с посадкой растений
Камыши/сооружение фашиных подушек с камышами	ЗЕХ (1990) LfU (1996)		2,0 - 2,5					55 - 65	
Трава	ВИТЗИГ (1970)						1:2 bis 2:3	50 - 100	
	ЭАСФ (1973)						1:2 bis 2:3	50 - 80	
	РОССЕРТ (1988)							15 - 18	Долгосрочный
	БЕГЕМАНН/ШИЕХТЛ (1994)							20 - 30	Краткосрочный
	LfU (1996)		1,5 - 1,8					15 - 18	Долгосрочный
	ЗЕХ (1990)		> 3,5					20 - 30	Краткосрочный
			1,8 - 1,8					30 - 40	С измельченными камнями
								> 60	Высевание семян на полосках дерна
								30	Сухие семена
									Высевание семян с геотекстилем

Мера	Литература / Автор	Срок [Месяц]	vm [m/s]	ISO [%]	h [m]	bSo [m]	Уклон берега	τ_{crit} [N/m ²]	Комментарии
Укрепление берегов	LfU (1996) БОЛРИХ (1992)		3,7						Полоски дерна
			2,5 - 3,2					70 - 100	гравий (0 - 40мм)
			3,5 - 4,0					100 - 150	булыжники
			> 4,0					> 150	Большие булыжники
			1,9 - 3,4						Покрытие из каменной
			2,6 - 3,8					53 - 73	булыжники (15 - 20 см)
								73 - 160	булыжники (20 - 30 см)

2.8 Развитие стабилизации русла реки

Рампы (скаты) часто используются для перекрытия больших склонов так, чтобы можно было развивать остальную часть продольного профиля с меньшим уклоном, а следовательно с меньшей влекущей силой потока.



Формула для определения необходимого диаметра для сооружения ramпы, была разработана Уиттакером (1986):

$$d_{crit} = 1.225 \cdot \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot I^{\frac{7}{9}} \cdot q_{crit} \quad \text{или запрашивающего } q_{crit} \quad q_{crit} = 0.235 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}} \cdot \sqrt{g} \cdot I^{\frac{7}{6}} \cdot d_s^{\frac{3}{2}}$$

Где:

g: Гравитация [м/с²]

ρ_s : Плотность камней, использованных для ramпы [кг/м³]

ρ_w : Плотность воды [кг/м³].

I: Уклон ramпы [м/м]

q_{crit} : Критический расход воды на метр ширины, при котором начинается движение камней на ramпе [м³/(с м)].

При заданном расходе воды можно оценить минимальный диаметр камней или определить критический расход воды, при котором начнется движение камней. Камни, используемые для создания ramпы, должны быть очень прочными, чтобы противостоять абразивному износу. Камни должны быть плотно уложены или, в идеале, закреплены цементом или раствором. Очевидно, что камни большего диаметра обеспечивают большую прочность.

Сооружая ramпу (скат) диаметром менее 40 см, можно соорудить ramпу просто, как блок свободно уложенных камней, экономя время и рабочую силу. Для ramпы большего диаметра нужен экскаватор с захватным рычагом, чтобы аккуратно укладывать каждый камень.

При использовании экскаватора можно также разровнять нижние слои грунта. Материал, находящийся под ramпой, должен соответствовать проверенному правилу, предусматривающему, что $d_{85}(\text{субстрат}) \cdot 5 < d_{\text{камни}}$

Если состав нижележащего слоя мельче, необходимо установить фильтр. Как правило, рампа (наклонная плоскость) должна быть разработана, как плоскость по всему поперечному сечению, чтобы избежать концентрации потока в середине. Каменная укладка должна быть продолжена на берегах реки.

2.9 Передовые методы

2.9.1 Гидрологическое моделирование

Гидрологическая модель представляет собой упрощенное представление части гидрологического цикла, происходящего в реальном мире и различается по различным гидрологическим процессам, таким как осадки-речные стоки, почвенная вода и почвенная влага, поверхностные стоки воды, потоки воды в открытых каналах или трубопроводах, озерах и водоемах, подземные воды и т.д. Это зависит от модели, от того, какие методы применяются и от того, насколько они сложны. Как правило, для более сложных методов обычно требуется больше параметров и, следовательно, больше данных и наблюдений для их калибровки. Часто используются гидравлические методы для запруд, водосбросных сооружений и отвода сточных вод. Водосборный бассейн может быть смоделирован путем компонования (сочетания) процессов в гидрологическую систему.

Модельный подход начинается с разграничения суб-бассейнов и участков реки, после чего определяются параметры, необходимые для каждого суб-бассейна и участка реки. Затем все элементы объединяются для представления сети потока. Сравнение суб-бассейнов ГИС и скриншота Talsim-NG (www.sydro.de), как гидрологической модели, представлено на рисунке ниже

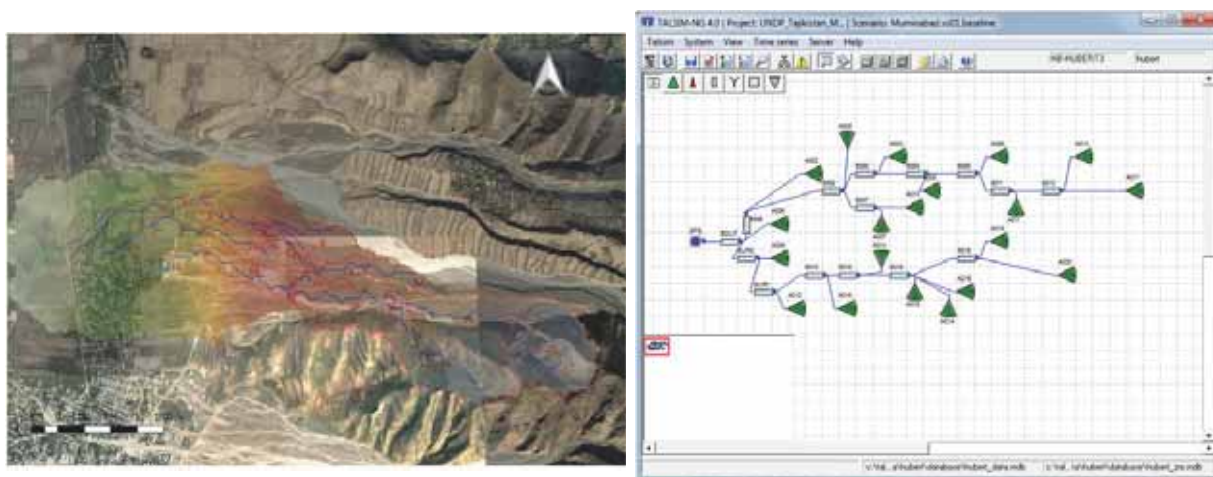
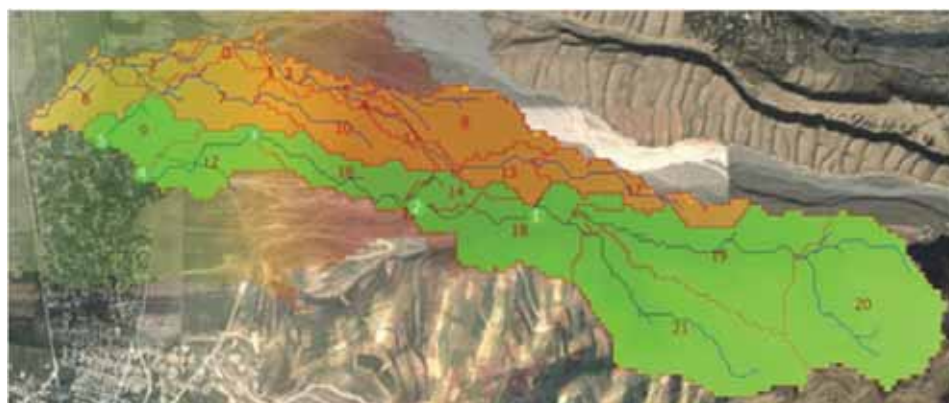


Рисунок 37: Гидрологическая модель - от ГИС до гидродинамической сетки (КГИС и Talsim-NG)

Гидрологические модели обычно включают в себя суб-бассейны, участки рек, водозаборные сооружения, плотины, водохранилища, потребителей, элементы сбросов воды в точках и иногда элементы подземных вод. Кроме того, модель Talsim-NG позволяет интегрировать правила эксплуатации регулируемых сооружений, таких как резервуары, шлюзные ворота, насосы и турбины.

В основном, гидрологические модели являются самыми современными с точки зрения расчета стока воды, распространения воды по рекам и создания гидрографов в заданных точках водосборного бассейна. Основными преимуществами этой модели является способность учитывать потери при формировании стока воды, учитывать время концентрации по рельефу и параметрам землепользования и, прежде всего, возможность перекрытия стока воды из различных суб-бассейнов и транспортировки воды в речную сеть.

Распространение потока демонстрируется через узлы модели, обозначенные зеленым цветом, как показано на рисунке ниже.



Поток вдоль зеленого участка показывает время добегания, необходимого для того, чтобы вода протекла от одного узла до другого.



Рисунок 38: Накладывание линий потока по различным водоразделам

Вследствие различия во времени прохождения воды в водоразделе, максимальный пиковый расход воды не является простым сложением пикового расхода воды из зеленой и оранжевой областей.

Рекомендуется использовать гидрологические модели при оценке водосборного бассейна для управления наводнениями. Бесплатные модели доступны здесь: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/> (для начинающих)

<http://www.bluemodel.org/> (для опытных пользователей)

www.sydro.de (по запросу) (от начинающих до экспертов)

<http://swat.tamu.edu/software/> (для экспертов)

2.9.2 Гидравлическое моделирование

Моделирование паводков состоит из двух компонентов: гидрологического моделирования, которое количественно определяет размер, продолжительность и вероятность паводка, и гидравлического моделирования, обеспечивающего средства для расчета глубины воды, из которой могут быть выведены затопленные территории.

Гидравлическое моделирование осуществляется двумя способами: 1D и 2D моделирование. 3D здесь не рассматривается. 1D использует продольное направление вдоль канала. Сеть ручьев, состоящая из 1D модели, представляет собой линейную систему участков реки, где траверсный (поперечный) сток воды в некоторой степени игнорируется, а вертикальные различия в поперечном сечении усредняются. 2D модель, напротив, рассматривает продольные и поперечные направления и состоит из регулярной или неправильной сетки ячеек, соединенных друг с другом; поток может выходить за пределы всех ячеек.

Вот предпочтительные области работы с применением моделирования 1D и 2D::

1D	Узкие долины Крутые уклоны Моделирование гидравлической структуры, такой как перемычки, запруды, проводящие каналы и т.д. Нет задержания поверхностного стока Возможны равномерные и неравномерные потоки	2D	Поймы рек Реки с большими береговыми откосами Нечеткие и меняющиеся траектории потока Потоки с отчетливыми траверсными (поперечными) составляющими потока Направление потока менее предсказуемо
----	---	----	---



Рисунок 39: Типичные гидравлические схемы 1D и 2D

Необходимо ответить на вопрос, является ли более совершенное моделирование, такое как полностью разработанный 2D подход, подкрепленный подробной пространственной информацией, на самом деле более удобным, чем упрощенное 1D моделирование. Фактически, для применения более сложных подходов требуется чрезвычайно много данных и вычислительных ресурсов. Это накладывает существенные барьеры на использование моделей 2D.

Как правило, использование 1D-моделей подходит для типичной местности с крутыми и узкими долинами. Нет необходимости применять 2D модели, если только под угрозой воздействия не окажутся городские поселения на территории, где существует несколько возможных траекторий потока, с меняющимися отводными каналами при различных паводковых явлениях. Типичными примерами являются большие площади отложения осадочных материалов и аллювиальные конусы выносы.



Рисунок 40: Случай применения гидравлической схемы 2D

2.10 Стоки воды на крутых участках местности и оценка содержания наносов

Коэффициент шероховатости по Маннингу это не постоянная величина. Она уменьшается при меньшем смоченном периметре, в то время как поперечное сечение остается постоянным. Другими словами, снижение шероховатости выражается не только в меньшем гидравлическом радиусе, но и в уменьшении коэффициента шероховатости по Маннингу (Бергмейстер К.С.-М., 2009). Считается, что диапазон допустимости по коэффициенту шероховатости по Маннингу составляет не более 4% уклона. Коэффициент коррекции для n приведен в следующем виде (Бергмейстер К.С.-М., 2009):

$$\frac{1}{n} = \frac{26}{d_{90}^{1.6}}$$

где:

n : Коэффициент шероховатости по Маннингу

d_{90} : 90% кривой распределения земляных масс руслового материала

Альтернативно, скорость потока в крутых бурных потоках была оценена Рикенманом в 1996 году в виде формулы:

$$v = \frac{0.37 \cdot I^{0.2} Q^{0.34} \div g^{0.33}}{d_{90}^{0.35}}$$

Учитывая содержание наносов в крутых бурных потоках, необходимо адаптировать расход воды и включить в него наносы. Это можно рассчитать умножением расхода воды на фактор интенсивности, представляющий собой дополнительную нагрузку в смеси воды и осадочных отложений. Бергмейстер К.С.-М. в своей работе (2009) предлагает следующие факторы интенсивности:

Таблица 15: Увеличение расхода воды из-за содержания наносов (Бергмейстер К.С.-М., 2009)

Процесс	Пропорция наносов	Фактор интенсивности IF
Паводки (низкое содержание наносов)	0 – 5%	1 – 1.05
Речные осадочные отложения	5 – 20%	1.05 – 1.4
Сели	20 – 40%	1.4 – 3.5
Грязекаменные потоки	50 – 80%	3.5 - 100

Для оценки содержания наносов или руслового материала во время селей было разработано несколько эмпирических формул. Эти формулы содержат высокую степень неопределенности и служат лишь приблизительными оценками при отсутствии какой-либо другой достоверной информации.

$= 27000 \cdot \frac{1}{c} \cdot \left(110 - 250 \cdot \frac{1}{f} - 3 \right)^{0.78}$	Зеллер [219], Рикенман [174] Рикенман/Циммерманн [178]
---	---

Все эмпирические формулы получены в результате полевых исследований, проведенных в Альпийском регионе.

3 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- АЦРСБ. (2006). Таджикистан. Страновой отчет. Азиатский центр по снижению риска стихийных бедствий (АЦРСБ).
- Бергмейстер, К.С.-М. (2009). *Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren*. Ernst и Sohn, ISBN 978-3- 433-02946-9.
- Бергмейстер К., Суда Дж., Хёбл Дж. и Рудольф-Миклау Ф.. (2009, 4). *Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren*. Ernst и Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH и Co. KG. DOI: 10.1002/9783433600283
- Бертл, Ф. (1966). Воздействие поверхностного стока воды на уплотнение снежного покрова из-за дождя. Бюро США по мелиорации, инженерная монография № 35.
- Бюхльманн Э., Вольфграмм Б., Маселли Д., Хурни Х., Сангинов С. и Линигер Х. (2010). Поддержка принятия решений на основе географической информационной системы для планирования мер в области сохранения почвенных ресурсов в Таджикистане. Общество охраны почв и водных ресурсов. Журнал по сохранению почвенных и водных ресурсов, 65 (3): 151-159.
- Каритас. (2006). Исследование по управлению водосборными бассейнами. Проект по защите берегов реки и диалог по рискам II. Каритас Люксембург.
- Каритас. (2012). План деятельности Чукуракского водосборного бассейна. Каритас Швейцария.
- CESVI. (2013). CESVI, Таджикистан: Справочник по управлению природными ресурсами. Техника биоинженерии почвы для защиты и стабилизации склонов.
- CESVI. (2017). Техника биоинженерии почвы, Брошюра 2. CESVI, Сокращение деградации земель и предотвращение опустынивания через развитие управления природными ресурсами в Таджикистане.
- DPHW. (2010). Технические стандарты и руководящие указания по проектированию сооружений для борьбы с паводковыми явлениями. Департамент общественных работ и автомобильных дорог - Японское агентство международного сотрудничества.
- Драгицевич, Н., Карлеуса, В. и Ожанич, Н. (2016). Обзор применения метода Гавриловича. Градевинар: DOI: 10.14256/JCE.1602.2016
- Драгицевич, Н., Карлеуса, В. и Ожанич, Н. (2017). Метод чувствительности к эрозионному потенциалу (метод Гавриловича). Исследования почвы и воды, 51-59. DOI: 10.17221/27/2016-SWR
- Дворак Й. и Новак Л. (ред.). (1994). Сохранение почвы и лесоводство (том 23). Эльсевьер. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70068-0](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70068-0)
- ФАО. (1986). *Борьба с оврагообразованием*. Выборка из полевого руководства ФАО по управлению водосборными бассейнами: <http://www.ФАО.org/docrep/006/ad082e/AD082e00.htm#cont>
- ФАО. (1989). Управление ирригационными водами: планирование полива - Приложение 1: ФАО. Получено с сайта: <http://www.ФАО.org/docrep/t7202e/t7202e00.htm#Contents>
- ФАО. (2017). Аквастат Таджикистан. Подборка из Глобальной информационной системы по водным ресурсам, Расчет долгосрочных годовых возобновляемых водных ресурсов (ВВР) по стране (в км³/год, в среднем): <http://www.ФАО.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- ФАО. (2017, 12 1). Руководство по управлению водосборным бассейном: меры и практический опыт по использованию склонов. Получено из архива корпоративных документов ФАО (Департамент лесного хозяйства): <http://www.ФАО.org/docrep/006/ad083e/AD083e00.htm#cont>

- ФУОС/Федеральный офис по охране окружающей среды. (2016). Защита от опасностей гравитационного перемещения горных пород. Руководство по комплексному управлению опасностями оползней, камнепадов и обломков горных склонов. Технический отчет. Федеральное ведомство по охране окружающей среды, Берн.
- Фонсека Р. Л., Кинтана С. Р., Мегал Л. Л. и Рот А. (2007, 6). Системы защиты от селевых потоков. Техника безопасности и охраны {II}. Нажмите. DOI: 10,2495/safe070081
- Гаврилович З., Стефанович М., Милованович И., Котрик Дж. и Милоевич М. (2008). Классификация паводковых явлений - основа рационального управления эрозионными регионами. Серия конференций IOP: Земля и наука об окружающей среде, 4, 012039. Получено на сайте: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1307/4/1/012039>
- Граф Ф. (2017). Heft 56, WSL Berichte ISSN 2296-3448. Pflanzenwirkungen zum Schutz vor flachgründigen Rutschungen: WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF and Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- ГЦДСВ. (2017). Статистика по стране. Получено из Глобального центра данных по стокам воды, Всемирной метеорологической организации (ВМО), размещенного в Федеральном институте гидрологии Германии, Кобленц, Германия .: http://www.bafg.de/GRDC/EN/Home/homepage_node.html
- Хёбл, Дж. (2014, 9). Нормативные акты и стратегии по уменьшению риска грязекаменных потоков в Австрии. ICIMOD. (2012). Руководство по управлению рисками внезапных наводнений. Катманду, Непал: Международный центр комплексного развития горных районов (ICIMOD). ISBN 978 92 9115 265 0 (в печатной форме), 978 92 9115 266 7 (в электронной форме).
- IDI. (2004). Руководство по передаче строительной технологии - разработка системы предупреждения и эвакуации в случае стихийных бедствий в развивающихся странах. Технический отчет, Министерство земельных ресурсов, инфраструктуры и транспорта; Институт развития инфраструктуры; Япония.
- Якоб М. и Хангр О. (2005). Опасности грязекаменных потоков и связанные с ним явления (1-е изд.). Спрингер-Верлаг Берлин Гейдельберг. DOI: 10.1007/b138657
- Джейни А. и Гейтс Р. (2013). Ingenieurbiologische Bauweisen a Fließgewässern, Teil 1 - Leitfaden für die Praxis. Tech. респ., WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, LUBW LandEKAnstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- Кнауф Д. (1980). Die Berechnung des Abflusses aus einer Schneedecke. DVWK, Analyse und Berechnung oberirdischer Abflüsse. Группа 46, Гамбург: Парей, 97–133.
- Лано Ф. Л. (1993). Управление бурными потоками и стабилизация русла рек (ФАО, Развитие земельных и водных ресурсов, серия изданий). Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций.
- Мэйдмент Д. (1998). Справочник по гидрологии. ISBN 0-07-039732-5.
- McGraw-Hill Inc. Мэйз, Л. (2010). Инженерия водных ресурсов. Джон Вили и сыновья.
- Маззорана Б., Питон Г., Пикко Л., Йошт С., Мозер М., Ягер Г., Штурм, М. (2015, 6). Руководство по планированию/проектированию эффективных структур по регулированию селевых потоков с минимальным воздействием на целостность осадочных отложений между бурными потоками в верховьях и рукавами рек вниз по течению (*проектный отчет SedAlp WP6 «Взаимодействие со структурами»*). тех. отчет, sedalp.eu . Получено с сайта <https://www.researchgate.net/publication/279394587>
- Мерц Дж., Дхакал М., Донгол Б. и Вейнгартнер Р. (2010). Количество и интенсивность дождевых осадков в водосборных бассейнах в сельской местности, в средних горах, Непал. стр. 51: 1, 127-143, DOI: 10,623

- Миланези Л., Пилотти М., Клеричи А. и Гаврилович З. (2015). Применение улучшенной версии метода эрозионного потенциала в альпийских районах. Итальянский журнал по инженерной геологии и окружающей среде. doi: DOI: 10.4408/IJEGE.2015-01.O-02
- Мизуяма Т. (2008). Структурные меры противодействия по борьбе со стихийными грязекаменными паводками. Международный журнал по борьбе с эрозией, 1, 38-43. DOI: 10.13101/ijese.1.38
- Нита М.Д., Тудоза Н.С. и Клинци И. (2011). Оценка и картирование бурных потоков в небольших облесённых водоразделах. Вестник Трансильванского университета Брашова, 4 (53).
- Патт Х. (1998). *Naturnaher Wasserbau: Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern*. Springer Verlag. ISBN 3-540-61666-7.
- Ренард К., Фостер Г., Висис Г., Маккул Д. и Йодер Д. (1997). *Прогнозирование эрозии почвы по качеству воды: руководство по планированию природоохранных действий с пересмотренным универсальным уравнением потери почвы*. Справочник № 703. Министерство сельского хозяйства США. Сельское хозяйство.
- Риккенманн (1996). Fließgeschwindigkeit in Wildbaehen und Gebirgsfluessen. Wasser, Energie, Luft, 88 (11/12), 298–304.
- Римбок А. (2015). Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Хоне, Райнер; Майер, Карл; Уолтер-Краутблаттер, Ronja: Wildbachbericht Bayern - Teil 2, Wildbachverbauung in Bayern -Daten and Fakten aus zwei Jahrhunderten.
- Римбек А., Хоне Р., Майер К. и Вольтер-Краутблаттер Р. (2015). Wildbachbericht Бавария - Тейл 1, Грундлаген • Gefahren • Herausforderungen. Tech. респ., Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.
- Рудольф-Миклау Ф. и Суда Дж. (2011). Технические стандарты создания барьеров для грязекаменных потоков. Итальянский журнал по инженерной геологии и окружающей среде. DOI: 10.4408/IJEGE.2011-03.B-117
- Schillinger, H. (2001). Ingenieurbiologische Ufersicherungen an Bundeswasserstrassen. Карлсруэ: Федеральный научно-исследовательский институт технического обеспечения водных путей, Германия.
- Seng, N.K. (2011). Руководство по проектированию и строительству противопаводковых плотин для предотвращения и борьбы с пожарами на торфяных болотах. Отдел дизайна и строительства плотин, DID Малайзия.
- STC. (2000). Методы и средства, изготовленные из натуральных материалов. Технический отчет, технический центр Сабо, Япония. Получено на сайте <http://www.sabo-int.org/>
- СИДРО. (2017). План аварийной готовности, гидроэлектростанция Нам Пау. Мьюз (Мьянмар), Дармштадт (Германия).
- Тотчинг Р. и //Фухс С. (2013, с. 14). Горные потоки: количественная оценка уязвимости и оценка неточностей. Eng Geol, 155, 31-44. DOI: 10.1016/j.enggeo.2012.12.019
- TxDOT, T. D. (2016, 07). Взято из Руководства по гидравлическому проектированию. Пересмотрено в июле 2016 г.: <http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hyd/index.htm>
- ЮНЕП. (2013). Платформа данных о глобальных рисках. Взято из UNEP/GRID-Geneva и UNISDR <http://preview.grid.unep.ch/>
- Неизвестно. (?). Меры по предотвращению грязекаменных потоков. Взято на сайте: http://step.ipgp.fr/images/e/e3/09_02_Debris_Flow_Mitigation.pdf

USACE(Инженерный корпус СВ США). (2016). Инструкции по установке водомерной рейки : Инженерно-техническая служба армии США.

Вольквейн А., Венделер С. и Гуасти Г.. (2011). Проектирование гибких барьеров для грязекаменных потоков. Итальянский журнал по инженерной геологии и окружающей среде. DOI: 10,4408/IJEGE.2011-03.B-117

ВБ. (2017). Отчет об оценке опасности - Защита от наводнений № 1. Оценка стихийных бедствий при реконструкции критической инфраструктуры в области транспорта и защиты от наводнений в Республике Таджикистан. Душанбе, Таджикистан: Всемирный банк.

Уэнделер С. (2016). Системы защиты от грязекаменных потоков на горных потоках. Основные принципы планирования и расчета гибких барьеров. Технический отчет, Швейцарский федеральный институт по исследованию лесов, снежного покрова и ландшафта WSL. Получено с сайта www.wsl.ch/publikationen/pdf/15501.pdf

Уиттакер, Дж. Дж. (1986). Блохшвелен, Выпуск № 91. Цюрих, Швейцария: Гидравлическая лаборатория, ETH Цюрих.

Вишхмайер В. и Смит Д. (1978). Прогнозирование потерь от эрозии в результате осадков - руководство по планированию природоохранных действий. Справочник № 537. Министерство сельского хозяйства США. Сельское хозяйство.

ВФДП (2016). Всемирный фонд дикой природы, Вашингтон, округ Колумбия, США: Управление паводками в естественных условиях: Зеленый справочник (Зеленый справочник по борьбе с наводнениями). Получено на сайте <http://enviroidm.org/flood-management>

ВФДП. (2016). Управление природными и природными наводнениями: Зеленое руководство" ("Зеленое руководство по наводнениям"). Всемирный фонд дикой природы (ВФДП) и Агентство международного развития США по оказанию помощи иностранным государствам в случае стихийных бедствий (OFDA). Вашингтон, округ Колумбия США: Всемирный фонд дикой природы. Получено на сайте <http://enviroidm.org/flood-management>

ВФДП. (2016). Регулирование природных стихийных бедствий/наводнений: "Зеленое руководство" ("Зеленое руководство по наводнениям"). Всемирный фонд дикой природы Вашингтон, округ Колумбия, США. Получено на сайте <http://enviroidm.org/flood-management>

ВФДП. (2016). Регулирование природных стихийных бедствий/наводнений: "Зеленое руководство" ("Зеленое руководство по наводнениям"). Технический отчет Всемирного фонда дикой природы (ВФДП) и Агентство международного развития США по оказанию помощи иностранным государствам в случае стихийных бедствий (OFDA), Всемирный фонд дикой природы, Вашингтон, округ Колумбия, США. Получено на сайте <http://enviroidm.org/flood-management>



*Empowered lives.
Resilient nations.*

Часть III: Примеры положительного опыта

Информация о документе

Проект	Укрепление потенциала снижения риска бедствий и реагирования
Страна выполнения проекта	Таджикистан
Документ	Руководство по снижению риска наводнений в Таджикистане
Дата	28.03.2018
Консультант	Д-р Инг. Хьюберт Лохр
Финансирующая организация	Правительство Японии, ПРООН Таджикистан



Интегрированные меры по смягчению последствий наводнений и повышению осведомленности населения – р-н Деваштич, село Бобучак

Укрепление берегов рек – р-н Кухистони Мастчох, село Газ



Адаптация к изменениям климата через устойчивое развитие лесного хозяйства



Снижение риска стихийных бедствий (СРСБ) и повышение устойчивости в секторе образования.

Снижение уровня деградации земель и предотвращение опустынивания через рациональное использование природных ресурсов.



Управление водоразделами: Экосистемный подход для адаптации к изменению климата

Управление водоразделами – Управление лесными ресурсами

Русловыправительные работы: Габрионные стены и защита от наводнений



Укрепление потенциала и мониторинг отдаленных геологических опасностей;

Система раннего оповещения





Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий в Таджикистане



Пример положительного опыта: интегрированные меры по снижению риска наводнений и повышению осведомленности населения – р-н Деваштич, село Бобучак

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

Название проекта	Проект «Управление национальными водными ресурсами» (УНВР) осуществляется Консорциумом ХЕЛЬВЕТАС, АКТЕД и GIZ, при финансовой поддержке Швейцарского агентства по развитию и сотрудничеству		Организация	АКТЕД Международная французская НПО «АКТЕД» (Агентство по техническому сотрудничеству и развитию).
	В рамках проекта АКТЕД является ответственной за осуществление деятельности по достижению результата №6 «Управление водоразделом и снижение риска стихийных бедствий», целью которого является снижение воздействия стихийных бедствий, связанных с водой в водоразделе Аксу			
Местоположение	Район Деваштич, джамоат Росровут, село Бобучак			
Проектный период (начало – конец)	Август 2016			
Контактное лицо	Наргиз Мирбозхонова, Старший сотрудник по проекту, 92 770 21 43 nargiz.mirbozhonova@acted.org			
Бенефициары / количество женщин	Население села составляет 513 человек, 117 домохозяйств, имеются школы, медицинский центр, а также чайхана и мечеть.	Заинтересованная сторона	КЧС района Деваштич, джамоата Росровут при районном Хукумате	
Бюджет (расходы)	Общие сметные расходы: 12 500 USD			
Цели и обоснования	Бобучак это маленькое горное село, расположенное в средней части водораздела Аксу (высота над уровнем моря – 1799 м), в джамоате Росровут района Деваштич. В соответствии с результатами оценки риска стихийных бедствий, проведенном в данном селе, село Бобучак может рассматриваться как село, подверженное высокому риску стихийных бедствий. Фактически это село сильно подвержено грязевым селевым потокам, которые каждый год наносят ущерб домохозяйствам, общественным учреждениям и домашнему скоту. Всего в селе проживает 513 человек (117 домохозяйств). Целью комплексного подхода АКТЕД является снижение риска стихийных бедствий и повышение готовности членов общины путем внедрения интегрированного управления природными ресурсами в пределах водораздела. С этой целью АКТЕД провела серию тренингов для членов общины, вовлекая их в восстановительные работы на демонстрационных моделях, чтобы они могли применить на практике знания и навыки, полученные во время тренингов. Это позволило им осуществлять деятельность по смягчению последствий и снижению риска стихийных бедствий с использованием подручных недорогих средств. В апреле 2016 года жители села Бобучак решили установить живую изгородь путем посадки саженцев местных деревьев и кустарников, таких как карагач (газ) и шиповник, и построить водные резервуары для их полива, поскольку наличие воды в селе ограничено. Все необходимые работы были выполнены членами общины, с использованием средств, имеющихся в деревне: камни, саженцы, кустарники, проволока. Более того, члены общинных организаций провели ряд мер, с вовлечением школьников в садовые работы и полив саженцев. Таким способом дети могли наблюдать за восстановительным процессом и путем непосредственного наблюдения они могли понять основные причины возникновения селевых потоков и последствия нерационального использования природных ресурсов.		 Рис. 1. Село Бобучак района Деваштич	



Рис. 1. Село Бобучак района Деваштич

	Фактически, в связи с нынешним экономическим кризисом в Таджикистане, мужская часть населения чаще всего уезжает в миграцию, а женщины полностью заняты домашней работой. Следовательно, подростки являются той частью населения, которая чаще всего занимается срезанием кустарников и вырубкой деревьев, выносит мусор в овраги, пасет домашний скот на пастбищах, не понимая серьезных последствий своих действий. Тем не менее, предпринимаемых мер все еще недостаточно для того, чтобы снизить риск селевых потоков в селе. Более того, такие мероприятия должны проводиться на ежегодной основе, потому что после селевых потоков щебень и обломки горных пород покрывают почти всю территорию. Все больше и больше становится необходимым восстанавливать и очищать окружающую среду, не впадая в уныние и не отчаиваясь.		
Меры методология этого проекта	На основе изучения огромного количества данных, собранных в результате углубленной оценки по рискам стихийных бедствий, АКТЕД решила осуществить в данном селе в августе 2016 года два дополнительных проекта по смягчению последствий стихийных бедствий: «Укрепление берегов рек» и «Восстановление селевого русла». Благодаря этим проектам был значительно снижен риск стихийных бедствий для 117 домохозяйств, школ, медицинского центра, а также для чайханы и мечети. При выборе места для осуществления проектов по смягчению последствий стихийных бедствий, эксперты АКТЕД принимали во внимание деятельность жителей этого маленького горного села. Очень важно непосредственно вовлекать местное население в сам процесс, чтобы выполняя работу, они могли понять значение того, что происходит. Почему селевые потоки с каждым годом становятся все ужаснее в селе? В чем основные причины их происхождения? Что нужно сделать, чтобы уменьшить риск стихийных бедствий? Непосредственное вовлечение населения в осуществление проекта имело важное значение для укрепления потенциала членов общины в снижении риска стихийных бедствий. В основном, в работах принимали участие женщины, пожилые люди, подростки. С учетом горного рельефа водораздела реки Аксу, изменить направление селевого потока в верхней части села очень трудно. Это, в частности, рекомендуется сделать при выполнении проектов по снижению последствий наводнений. Здесь технические возможности ограничены горной местностью, где имеются пастбища. Члены Пастбищного Комитета обсудили вопрос о сохранении пастбищных территорий там, где берут начало селевые потоки. Путем сохранения пастбищных территорий и благодаря другим дополнительным мерам растительный покров земель может быть восстановлен и корни укреплены, что соответственно увеличивает фильтрацию воду и снижает поверхностный сток воды, что в конечном счете приведет к значительному снижению частоты и интенсивности селевых потоков.		
Дополнительные меры			
Возможности повторения деятельности	Путем осуществления проектов по интегрированному смягчению последствий стихийных бедствий с восстановительными компонентами в селе Бобучак, АКТЕД намерена не только снизить уязвимость людей живущих в селе Бобучак, но также продемонстрировать пример надлежащей практики и воодушевить людей на проведение восстановительной деятельности в соседних селах, которые подвергаются идентичным или более высоким рискам стихийных бедствий.		
Устойчивость / Техническое обслуживание	С целью обеспечения устойчивости реализованных мер по смягчению последствий стихийных бедствий был применен подход по выполнению структурных и неструктурных работ, то есть по выполнению технических и нетехнических мер. Сами члены общины были вовлечены с самого начала, чтобы повысить их чувство собственности реализуемых мер и чтобы они взяли на себя руководящую роль в процессе осуществления проектов и выполнения работ.		
Ожидаемые	На месте	Вверх по течению	Вниз по течению

и/или доказанное воздействие			
Деятельность заинтересованных сторон	Местные органы власти – джамоат и КЧС оказывают поддержку членам общины посредством предоставления некоторых видов машин и оборудования.		
Проблемы			
Иллюстрации	Фотодокументация приведена в конце этого документа.		
Данные и потребности			
Рабочий план	- Укрепление берегов - Восстановление канала		

Плюсы и минусы проекта

Плюсы	Минусы

Эффективность и оценка

Смягчение последствий наводнений	Эффективность в смысле смягчения последствий наводнений	
	Меры	Эффективность
1	Техническая инфраструктура	Высокая
2	«Зеленая деятельность» (посадка деревьев)	Высокая
3	Повышение осведомленности членов общины о путях снижения риска стихийных бедствий	Очень высокая
4	Сотрудничество между заинтересованными сторонами в подготовке совместного плана по СРБ	Очень высокая
5		
Самооценка	Команда ОАМО (Отдел по анализу, мониторингу и оценке) провела оценку работы по смягчению последствий стихийных бедствий, в ходе которой команда собирала данные по определенным критериям и методологии, адаптированной к сельской местности.	



Рис 2. Выполнение восстановительных работ жителями села Бобучак



Рис 3. Укрепление берегов реки в селе Бобучак



Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана



Положительный опыт: укрепление берегов рек, р-н Кухистони Мастчоҳ, село Газ

Документ

Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана

Дата

06.02.2018

Название проекта	Улучшение условий жизни и повышение продовольственной безопасности посредством устойчивого управления природными ресурсами, 2016-2021 (в рамках консорциума АКФ, в партнерстве с MSDSP, Сароб, САМР Кухистон).		Организация	АКТЕД Французская международная НПО "АКТЕД" (Агентство по техническому сотрудничеству и развитию)
	АКТЕД является ответственной за реализацию деятельности в рамках Результата 1 и Результата 3 по сохранению природных ресурсов: улучшение пастбищных угодий, осуществление мер по лесовосстановлению, структурных и неструктурных мер, содействие в развитии энергосберегающих компонентов, разработка планов по управлению водоразделом.			
Местоположение	Р-н Кухистони Мастчоҳ, джамоат Иван тоҷик, село Газ			
Проектный период (начало-конец)	19/07/2017-31/08/2017(осуществление проекта)			
Контакты	Робия Набиева, Менеджер проекта, 92 770 21 47, zaravshan.cmd@acted.org			
Бенефициары / Количество женщин	Население села Газ– 150 человек, 77 женщин, 9 гектаров пахотных земель	Заинтересованные стороны	КЧС кухистони Мастчоҳ, джамоат Иван-таджик, районный Хукумат	
Бюджет (расходы)	Приблизительная сумма общих расходов: 12,000 USD			
Цели и предыстория	В 2016 году селевой поток, влившийся в реку Гусн, на берегу которой расположено село Газ, стал причиной повышения уровня воды в реке и смыл ирригационный канал, трансформатор, создав высокий риск для близлежащих домохозяйств. В связи с тем, что ирригационный канал был смыт, все население села Газ испытывало недостаток воды для полива своих земель. Люди сами пытались вырыть небольшие ирригационные каналы, но воды в них было недостаточно и в последний сезон урожая фермеры села не смогли получить хороший урожай для того, чтобы покрыть расходы на свое существование. Высокий уровень выпавшего снега зимой 2017 года и затем неожиданная высокая температура летом и зимой повысили риск селевых потоков и оползней в верхней части Зеравшанской долины для тех сел, которые расположены на берегу рек в этом водосборном бассейне. Жители данных сел были обеспокоены этой ситуацией и пытались решить проблему любыми возможными способами, например, осуществляя некоторые меры по смягчению последствий наводнений на местном уровне, обращаясь за помощью к КЧС, в местные органы власти и НПО. Село Газ было выбрано КЧС, местными властями и группой экспертов АКТЕД как одно из сел, подверженное наибольшему риску.			
Меры и методология данного проекта	Схема и смета расходов по проекту была подготовлена инженером АКТЕД в тесном сотрудничестве с инженером, который был предоставлен районным Хукуматом. Во время подготовки схемы основное внимание было уделено устойчивости работ по смягчению последствий наводнений и их адаптации к местной ситуации. Вместо металлической сетки для габионов было решено использовать металлическую арматуру, которая оказалась более устойчивой даже при сильных селевых потоках. Помимо раздела по технической профилактике была добавлена часть по выполнению «озеленительных работ для смягчения последствий стихийных бедствий», то есть члены общины сделали свой вклад, посадив деревья, которые оказались наиболее устойчивыми для проведения работ по укреплению берегов. В основном, это были ивовые деревья, которые использовались в рамках предыдущих проектов в регионе при осуществлении мер по защите берегов. Одним из основных подходов, который необходимо принимать во внимание в процессе осуществления любых мер по смягчению последствий стихийных бедствий, это вовлечение членов общины с самого начала работ. Члены общины сами, с помощью АКТЕД провели оценку степени подверженности опасностям в своем селе и определили места, наиболее подверженных риску стихийных бедствий.			

	Члены общинных организаций – махаллинского комитета прошли двухдневный тренинг по «Снижению риска стихийных бедствий на основе рационального управления природными ресурсами», а также по разработке планов готовности села к стихийным бедствиям. После прохождения тренинга, члены махаллинского комитета подготовили совместно со всеми членами общины свой план по подготовке села к стихийным бедствиям, в котором они указывали меры для снижения уровня стихийных бедствий и повышения готовности общины. «Теперь мы знаем, как лучше решить проблему в корне, нежели работать по ее симптомам. Путем контролирования мер по снижению уровня деградации природных ресурсов мы можем уменьшить уровень стихийных бедствий в нашем селе. Мы работаем по улучшению состояния пастбищ, восстановлению лесов и контролю эрозии почвы вокруг нашего села» - сказал глава махаллинского комитета Хомидов Нозим.		
Дополнительные меры	Жители соседних сел Рувозг и Гузн тесно сотрудничают с населением села Газ, поскольку они расположены на берегу той же самой реки и они понимают, что если стихийное бедствие случится в одном из их сел, то это будет отразиться на соседних селах тоже. Рассматривая меры, которые сейчас предпринимает население села Газ для снижения уровня стихийных бедствий, жители сел Рувозг и Гузн также начали процесс осуществления мер по снижению риска стихийных бедствий путем организации хашаров, посадки деревьев на берегу реки, разработки планов по улучшению управления природными ресурсами.		
Возможность повторения действий			
Устойчивость / Техническое обслуживание	С целью обеспечить устойчивость реализуемых мер по смягчению стихийных бедствий был использован подход по выполнению как структурных, так и неструктурных работ, то есть по осуществлению технических и нетехнических мер. Члены общины сами были вовлечены с самого начала, для того чтобы повысить их чувство собственности и взять ведущую роль в процессе осуществления проектов и проведении профилактических работ.		
Ожидаемое и/или подтвержденное воздействие	На месте	Вверх по течению	Вниз по течению
Действия заинтересованных сторон	Районный хукумат и КЧС оказали поддержку машинами и оборудованием, районный хукумат также предоставил своего инженера в процессе разработки проекта и составления сметы расходов.		
Проблемы	{проблемы в ходе осуществления проекта, например право собственности на землю, ответственность за техническое обслуживание и профилактические работы, вовлечение местных органов власти и общин, защита участков и т.д. } Иногда уровень воды день ото дня поднимался выше и наряду с этим возрастала проблема с выполнением технических работ. Некоторые технические средства по выполнению работ, которые были изначально запланированы, были заменены на другой тип, и для того, чтобы их найти требовалось время.		

Иллюстрации	Фотодокументация приложена в конце документа
Данные и требования	Со стороны АКТЕД для выполнения того типа деятельности, которая была определена как вклад АКТЕД в соответствии со сметой расходов проекта по смягчению последствий стихийных бедствий, была привлечена субподрядная организация. Этой субподрядной организацией была ООО "ДСМ 41".
Рабочий план	• Выкапывание и бетонирование ирригационного канала длиной 170 м. • Берегоукрепительные работы с использованием арматурного габиона длиной 170 м. • Работы по посадке деревьев на расстоянии 170 м.

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
{список преимуществ } • Высокий вклад членов общины • Своевременное выполнение технических работ • Хорошо налаженная координация между всеми заинтересованными сторонами	{список недостатков } • Проблемы с выполнением технических работ в связи с изменением уровня воды в реке.

Эффективность и Оценка

Смягчение последствий наводнений	Эффективность в отношении смягчения последствий наводнений	
	Мера:	Эффективность:
1	Техническая инфраструктура	Высокая
2	«Зеленая» деятельность (посадка деревьев)	Высокая
3	Повышение осведомленности членов общины о способах снижения риска стихийных бедствий	Очень высокая
4	Сотрудничество между заинтересованными сторонами по разработке совместного плана	Очень высокая
5		
Самооценка	Команда ОАМО (Отдел по анализу, мониторингу и оценке) провела оценку работы по смягчению последствий стихийных бедствий, в ходе которой команда собирала данные по определенным критериям и методологии, адаптированной к сельской местности.	







Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана



Передовой опыт:
Адаптация к изменению климата путем
устойчивого лесопользования

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

Название проекта	Адаптация к изменению климата путем устойчивого лесопользования в важных водоразделах рек Таджикистана		Организация	CAMP Табиат
Местоположение	Таджикистан, ГБАО			
Проектный период (начало-	2016-2019			
Контакты	forest@camptabiat.org, +99293444527, Хакризо Нурмамадов			
Бенефициары / Количество женщин	150/23	Заинтересованные стороны	Пользователи лесов, лесхозы районов, государственные лесохозяйственные предприятия, общинные организации, местное население, земельный комитет, комитет по охране природы	
Бюджет (расходы)				
Цели и обоснования	Адаптация к изменению климата и сохранение биоразнообразия, а также повышение уровня жизни местного населения проектных территорий путем восстановления лесов, сохранения и устойчивого использования лесов.			
Меры и методология данного проекта	Государственное агентство по лесному хозяйству, лесохозяйственные предприятия и пользователи лесов работают вместе по охране и восстановлению лесов и обеспечению их устойчивого использования. В проектных территориях в адаптации к изменению климата и сохранению биоразнообразия достигнут определенный прогресс, а условия жизни населения улучшаются.			
Дополнительные меры	Ограждение территории для защиты лесовосстановительной деятельности от домашнего скота. Укрепление потенциала органов управления лесным хозяйством и пользователей лесов. Предоставление законного права пользователям лесов на использование древесных и недревесных лесных продуктов. Стабилизация берегов рек с помощью «серой» (инженерной) инфраструктуры.			
Возможность повторения действий	Был успешно внедрен подход СУЛ (совместное управление лесным хозяйством-?) и адаптирован к потребностям шести общин с различными типами лесов. Лесные хозяйства, лесохозяйственные предприятия и пользователи лесов приобрели всестороннее понимание СУЛ и теперь могут поделиться этим подходом более обширно в целевых районах или за их пределами.			
Устойчивость / Техническое обслуживание	Была создана группа пользователей лесов и включена в структуру местного управления – общинную организацию.			
Ожидаемый и/или доказанный эффект	На месте	Вверх по течению		Вниз по течению
	Получение прибыли Восстановление леса Улучшенный доступ к лесным ресурсам			
Действия заинтересованных сторон	Ограждение территории, посадка деревьев, полив участков, защита от незаконной вырубki деревьев и выпаса скота.			
Проблемы	• Коммуникация с целевыми группами, стимулирование • Долевое участие и интеграция государственного лесного хозяйства • Выпас скота на лесных участках • Обработка лесных продуктов, получение от них прибыли			
Иллюстрации				

Данные и требования	
Рабочий план	Первый полевой визит и сбор базовой информации, выбор участка, проведение информационного семинара, составление списка и выбор пользователей лесов, распределение лесных участков, составление карты участков, подписание контрактов с пользователями лесов, разработка ежегодного плана и плана мероприятий вместе с пользователями лесов, мониторинг участков.

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
Деградированные лесные территории были засажены деревьями Получение дополнительной прибыли пользователями лесов Устойчивое управление и использование лесных ресурсов	Некоторым людям не удалось получить участки из-за нехватки лесных участков Конфликт между пользователями лесов и местным населением.

Эффективность и оценка

Смягчение последствий наводнений	Эффективность в отношении смягчения последствий наводнений	
	Мера:	Эффективность:
1	Посадка деревьев и кустарников с крепкими корнями на берегу рек.	Высокая
2	Укрепление берегов с помощью традиционной инфраструктуры	Очень высокая



Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий в Таджикистане



Положительный опыт:
Снижение риска стихийных бедствий (СРСБ) и
повышение устойчивости в секторе образования

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
----------	--

Дата	06.02.2018
------	------------

Название проекта	Оказание поддержки органам управления в области образования и заинтересованным сторонам во внедрении вопросов по снижению риска стихийных бедствий (СРСБ) и повышению устойчивости в секторе образования	Организация	CESVI (ЧЕЗВИ)
Местоположение	Школа #40 Кулябского района Школа #11 Района Рудаки		
Проектный период (начало-конец)	16/09/2016 – 15/07/2017 (10 месяцев)		
Контактное лицо	Симона Балбони; почта: cesvi_taj@cesviverseas.org; tel: +992909551693.		
Бенефициары / Количество женщин	Школы: запланировано 2 – охвачено 2 Школьники: запланировано 250 – охвачено 235 школьника, из которых 193 мальчика и 142 девочки. Учителя и члены АРУ*: запланировано 20+25 – охвачено 117 учителей, 19 родителей и 4 других сотрудника школы. Создание молодежных групп: запланировано 2 – охвачено 2 *АРУ = ассоциация родителей и учителей	Заинтересованные стороны	ЮНИСЕФ Школьный контингент: школьники, учителя, члены АРУ и другие сотрудники. МЧС Руководящие органы МЧС и КЧС на национальном и местном уровнях Пожарные бригады на местном уровне ООО «САНИОПС» Таджикское общество Красного Полумесяца Таджикистана
Бюджет (расходы)	679,033.29 Сомони		
Цели и обоснования	Результат 1. Пилотированы успешные образовательные модели по СРСБ с их повторным выполнением в других районах с целью повышения жизнеустойчивости детей и их семей. Результат 2. Повышен потенциал школ во всестороннем управлении рисками стихийных бедствий (УРСБ).		
Меры и методология данного проекта	Разработать и внедрить вопросы СРСБ и УРСБ в учебные планы и образовательные модели по СРСБ. (Международный эксперт ЮНИСЕФ) Содействие в участии детей. Учебно-ознакомительная поездка в Армению. Обзор, принятие и разработка методологий по оценке безопасности школ/управлению стихийными бедствиями на уровне школ. Укрепление потенциала школьных деятелей во всестороннем управлении рисками стихийных бедствий путем проведения тренингов по планированию и проведению деловых игр и инструктажа по УРСБ. Оказание регулярной менторской поддержки и проведение визитов по мониторингу (включая проведение мониторинга школ совместно с МЧС по выполнению школьного плана в вопросах СРСБ в пилотных школах). Предоставление безопасных инструментов и аварийных вывесок для чрезвычайных ситуаций.		
Дополнительные меры			
Возможность повторения действий	Эту деятельность легко повторить в других районах. Стандартный подход, методология, материалы для тренинга и другие рабочие материалы уже разработаны и готовы для повторного использования.		

Устойчивость / Техническое обслуживание	Устойчивость данной меры связана со степенью вовлеченности бенефициаров во время осуществления данной деятельности, поскольку для осуществления большей части деятельности, необходимой для внедрения установленной системы СРСБ, не нужно каких-либо экономических усилий (периодические встречи группы СРСБ, тренинги для новых школьников и учителей, периодические инструктажи планируются или проводятся самими школами). Школам были предоставлены необходимые инструменты (согласно отчета ООО «САНИОПС») для помощи в составлении соответствующих запросов на финансирование в местные органы власти, фокусируясь на реальных потребностях и проблемах школьных зданий. Школам была также предоставлена информация по программе малых грантов, поддерживаемой Правительством Японии, о том, как обращаться за фондами для выполнения более крупных работ по реконструкции. Учащиеся очень хотели участвовать в этой деятельности, в распространении информации в своих семьях и, став взрослыми, они будут знать о том, что подходы по СРСБ/УРСБ помогают создать устойчивые общины и достичь долгосрочных результатов.		
Ожидаемый и/или доказанный эффект	На месте Школьники и учителя осведомлены о потенциальных рисках, связанных со стихийными бедствиями, знают как к ним подготовиться и какие ответные меры надо принимать. Школьные планы по СРСБ разработаны, обязанности и задачи четко определены, группы по УРСБ созданы. Школьный учебный план по УРСБ разработан.	Вверх по течению Местные органы власти (на районном уровне, на уровне джамоатов и села вовлечены и инструктированы.	Вниз по течению Школьники и учителя распространяют и делятся своими знаниями по вопросам СРСБ/УРСБ в своих семьях и, таким образом, в своих общинах.
Деятельность заинтересованных сторон.	ЮНИСЕФ совместно с КЧС создали рабочую группу, которая предоставит результаты проекта и даст оценку возможности принятия разработанного школьного плана по УРСБ на национальном уровне. ЮНИСЕФ организовала учебно-ознакомительную поездку в Армению для обмена опытом. ЮНИСЕФ обеспечила международные консультации по разработке методики преподавания и тестированию учебного плана по УРСБ. Местные отделы по ЧС и КЧС оказали помощь в проведении тренингов и инструктажа и предоставили свои комментарии и замечания. Сотрудники ООО «САНИОПС» провели визуальную структурную оценку школ и предоставили официальный отчет. Сотрудники Таджикского общества Красного Полумесяца Таджикистана провела однодневный тренинг по оказанию помощи для членов первой группы по оказанию помощи.		
Проблемы	При планировании деятельности необходимо принять во внимание время для проведения школьных курсов (особенно в школах, работающих в две смены), а также вовлеченность учителей и учащихся школы. Необходимо четко определять цели и задачи проекта, чтобы не допустить ошибочных ожиданий среди школьного контингента (в рамках проекта не предусматривается структурная реконструкция школьных зданий).		
Иллюстрации			
Данные и требования	Использованные данные: Статистические данные по контингенту пилотных школ. Действующие законы и нормы по стандартам техники безопасности в школах. Существующие учебные и рабочие материалы по СРСБ/УРСБ. Разработанные материалы: Руководство по планированию действий по УРСБ для школ. Учебные материалы по планированию УРСБ для школ. Методология преподавания и материалы для учебных планов школ по СРСБ. Учебные материалы для молодежных групп. Карты по чрезвычайным ситуациям, аварийные вывески при чрезвычайных ситуациях и инструменты безопасности.		

Рабочий план	Сбор, обзор и отбор имеющихся учебных материалов, действующих законов и норм. Встречи с заинтересованными сторонами. Составление проекта Руководства по планированию вопросов УРСБ в школах. Оценка школ, имеющегося потенциала и средств, оценка подверженности риску стихийных бедствий. Проведение тренинга по УРСБ для тестирования Руководства. Проведение специальных тренингов для созданных групп УРСБ (СОП, оказание первой медицинской помощи и т.д.) Проведение тренингов для всех учителей. Проведение деловых игр, инструктажей. Разработка учебного плана и методики преподавания по СРСБ и ее тестирование с учителями и школьниками. Проведение специальных встреч и тренингов по созданию рабочей группы. Подготовка и проведение театрализованных представлений. Разработка аварийных карт и установка аварийных вывесок для чрезвычайных ситуаций. Проведение общего инструктажа для представителей всех школ и местных органов власти на районном уровне
--------------	---

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
Школьный контингент очень хочет участвовать в этой деятельности. Бенефициары осведомлены о вопросах СРСБ. Школы, где проводились проектные мероприятия, благодаря проведенному инструктажу и предоставленным инструментам, стали более безопасным местом.	Сменяемость учителей и школьников в ходе осуществления проекта. Небольшая продолжительность осуществления проекта не позволяет проследить и осуществлять должный мониторинг деятельности, осуществляемой самими школами после окончания проекта.

Эффективность и Оценка

Смягчение последствий наводнений	Эффективность в отношении смягчения последствий наводнений	
	Мера:	Эффективность
1	Разработка СОП, которая принята школами и которой необходимо следовать в случае наводнения	Высокая
2	Проведение инструктажа в ситуациях, воспроизводящих чрезвычайные ситуации.	Очень высокая
3	Обеспечение мешками, которые необходимо заполнить песком и другим рабочими материалами для использования в школьных зданиях для предотвращения наводнений.	Очень высокая
4	Определение необходимого места для безопасного убежища.	Высокая
5	Определение риска, связанного с наводнением внутри школьных помещений и близлежащих территорий.	Высокая
Самооценка	Благодаря проведенным тренингам по планированию СРСБ и практическим деловым играм, школьный контингент теперь осведомлен о рисках и последствиях стихийных бедствий и знает, какие ответные меры нужно принимать в случае чрезвычайной ситуации.	



Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий в Таджикистане



Положительный опыт:

Сокращение деградации земель и предотвращение опустынивания земель посредством развития управления природными ресурсами

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

Название проекта	Снижение деградации земель и предотвращение опустынивания земель путем внедрения рационального управления природными ресурсами в Таджикистане, при финансовой поддержке Европейского Союза-(DCI-ENV/2010/220-558)		Организация	CESVI (ЧЕЗВИ)
Место осуществления проекта	7 водосборных бассейнов в районе Ховалинг и 11 водосборных бассейнов в районе Темурмалик. CESVI осуществляла свою деятельность в основном в районе Ховалинг, в 18 целевых селах			
Проектный период (начало-	Ноябрь 2010 - ноябрь 2013:			
Контактное лицо	Глава миссии: Филиппо Кривелларо; почта: filippocrivellaro@cesvioverseas.org ; тел: +992938042090			
Бенефициары / Количество женщин	3721 человек, приблизительно 30% - женщины. (Представители гражданского общества, консультационные службы, фермерские хозяйства)	Заинтересованные стороны	– Местные хукуматы и соответствующие отделы (по сельскому хозяйству, экономике, экологии), Водхоз района Ховалинг, Лесхоз района Ховалинг; отдел по чрезвычайным ситуациям, отдел образования; джамоаты в рамках территории водоразделов. – Общинные организации; – Консультационные службы в области сельского хозяйства (АТАК); – Местные и международные НПО (ПРООН, Бунёди милли, Миссия Восток, DFID/MMP (Министерство международного развития Великобритании); АКТЕД; ОКСФАМ; GIZ; MSDSP (Программа поддержки развития обществ горных регионов); Компания Geres; SDC (Швейцарское управление по развитию и сотрудничеству); АБР; ВПП).	
Бюджет (Расходы)				
Цели и обоснования	Климатические изменения, в сочетании с деградацией земель в прошлом и изменениями в землепользовании оказали отрицательное воздействие на водосборные бассейны в районе Ховалинг, выразившееся в увеличении количества опасных стихийных бедствий/наводнений. С гидрологической точки зрения результаты этих изменений следующие: более высокий пиковый расход воды и более замедленное время добегания (время, в течение которого водная масса в реке проходит данное определенное расстояния), что связано со сниженным уровнем инфильтрации воды в почву. В то же самое время, с геологической точки зрения, эти изменения воздействуют на стабильность склона, а также на стабильность земель с высоким и средним уровнем наклона в целевом районе.			
Меры и методология данного проекта	При выполнении работ в области снижения риска стихийных бедствий, проектные мероприятия были основаны на применении техники биоинженерии почвы: – Живые фашины для укрепления склона – Живые фашины для дренажа – Установка плетней – Кустарниковая укладка – Ограда из кольев – Палисады – Габионы для защиты берегов рек, борьбе с эрозией и стабилизации схода оползней, а также для предотвращения эрозии. Такая техника проведения работ направлена на предотвращение эрозии, нестабильности склонов и наводнений на отдельных участках. Эти проектные мероприятия были выполнены с использованием растений и их воздействие является не только устойчивым, но также увеличивается со временем. Проект оказывает содействие в повышении осведомленности и знаний населения об эрозии, предотвращении опустынивания и рационального управления природными ресурсами, об уменьшении деградации земель путем применения техники устойчивого управления почвами; о технике энергосбережения, сохранении и эффективном использовании водных ресурсов.			

Дополнительные меры	Работая в постоянном контакте с местными органами власти и организациями гражданского общества, были созданы два Совета по управлению природными ресурсами и было выполнено 18 планов водосборных бассейнов по рациональному управлению природными ресурсами. В целом, в рамках проекта было выполнено несколько видов деятельности, касающейся окружающей среды и жизнедеятельности населения. Деятельность включала в себя укрепление потенциала государственных служащих и технических специалистов в вопросах управления природными ресурсами (УПР) и опустынивания, обмена информацией по управлению водными ресурсами и по биоинженерии; другие вопросы в рамках проекта касались сельского хозяйства, ирригационной системы и технологий по сохранению воды, лесохозяйственной деятельности, энергосбережения и управления пастбищами.		
Возможность повторения действий	Меры по биоинженерии почв могут быть очень низко-затратными мерами вмешательства, если их осуществлять с использованием местных материалов: основные необходимые материалы — это камни, песок и саженцы, которые можно легко найти рядом с местом осуществления этих мероприятий.		
Устойчивость / Техническое обслуживание	Для того, чтобы укрепить навыки населения по управлению и поддержанию выполненных мер, была проведена кампания по повышению осведомленности населения по вопросам эрозии, предотвращения опустынивания и управления природными ресурсами, снижения деградации земель путем применения техники устойчивого управления почвами.		
Ожидаемый и/или доказанный эффект	На месте	Вверх по течению	Вниз по течению
	Люди повысили свои практические навыки и применяют технику устойчивого землепользования и биоинженерии почв.	Повышенная водопроницаемость почвы Уменьшение осадочных отложений в речных потоках Уменьшение овражной эрозии Стабилизация склонов.	Снижение поверхностного стока воды Снижение количества осадочных отложений в воде.
Деятельность заинтересованных сторон	- Жители сел были вовлечены в выполнение мер по биоинженерии почвы. - Советы по управлению природными ресурсами, с привлечением всех заинтересованных сторон на уровне районов, провели оценку имеющихся ресурсов, рисков, принимали участие в планировании и осуществлении необходимых реабилитационных и профилактических мер. - Консультационные службы работали по укреплению потенциала целевого населения в вопросах устойчивого землепользования и применения техники биоинженерии почв.		
Проблемы	Подход работы по водоразделам предполагает вовлечение широкого круга заинтересованных лиц с различными приоритетами, координация которых иногда становится проблематичной. Реабилитационные участки обычно расположены далеко от поселков, поэтому важное значение имеет высокая мобилизация общин, чтобы обеспечить участие членов общин в практической реабилитации на местах и в профилактических работах. Предполагаемая техника проведения работ должна быть мало затратной и основываться на использовании материалов, имеющихся на местном уровне.		

Иллюстрации



Рис 1. Участие населения в определении критических участков, сопряженных с высоким риском



Рис 2. Мероприятия по стабилизации склонов в верхней и нижней части главной дороги



Рис 3. Укрепление берегов рек/склонов



Рис 4. Изгородь для защиты оврага.

Данные и требования	Инженеры, специалисты CESVI в области геологии и агрономии дали оценку месту для осуществления проектных мероприятий . В ходе проекта были разработаны некоторые брошюры и пособия (руководства) с рекомендациями и инструкциями по улучшению коммуникации с местным населением и сотрудничества с другими организациями. Все технические приемы по биоинженерии почвы, применению которых было оказано содействие в рамках проектах, основываются на использовании материалов, доступных на местном уровне, кроме габионов, для которых требуется специальная двойная перекрученная сеть.
---------------------	---

Рабочий план	Технические средства по биоинженерии, с учетом их специфики, дают наибольший эффект, если применять их в течение осенне-весеннего периода.

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
Очень эффективная мера вмешательства с низким бюджетом и использованием местных материалов. Меры вмешательства, не наносящие вред окружающей среде. Высокая возможность повторения данной меры вмешательства местным населением самостоятельно. Вовлечение населения на этапах строительства.	

Эффективность и Оценка

Смягчение последствий наводнений	Эффективность относительно смягчения последствий наводнений	
	Мера:	Эффективность:
1	Живые палисады	Очень высокая
2	Кустарниковая укладка	Очень высокая
3	Контурные фашины	Очень высокая
4	Дренажные фашины	Высокая
5	Живые плетни	Очень высокая
6	Гравитационные подпорные стены из растительных габионов	Очень высокая
7	Противопаводковые дамбы	Очень высокая
Самооценка	Оценка основана на практических эффективных результатах, достигнутых в рамках проекта, которые были подтверждены или о которых сообщалось целевыми бенефициарами и местными органами власти.	



Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий в Таджикистане



Положительный опыт

Управление водоразделом: адаптация к изменению климата на основе экосистем

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

Название проекта	Региональный проект «Экосистемный подход для адаптации к изменению климата в горных регионах Центральной Азии»		Организация	GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (Германское общество по международному сотрудничеству)
Место осуществления проекта	Таджикистан: Горно-бадахшанская автономная область, район Рушан, Сипондж и Дарджомдж (Бартанг) Кыргызстан Казахстан			
Проектный период (начало-конец)	июнь 2015- май 2019			
Контактное лицо	Клаудия Халлер, Страновой координатор, почта: claudia.haller@giz.de , Мархабо Ёғалиева, советник по проекту, почта: marhabo.yodalieva@giz.de			
Бенефициары / количество женщин	Основными бенефициарами являются общины пилотных водосборных бассейнов. В целом по Таджикистану: 456 человек Мужчины - 237 человек Женщины – 219 человек	Заинтересованные стороны	Таджикистан: Политические партнеры по проекту – Комитет по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан Другие исполняющие партнеры: – Исследовательский центр горных общин, Университет Центральной Азии (УЦА) – фонд Майкла Саккоу (ФМС) – Германский исследовательский центр по геонаукам (GFZ), – Консалтинговая компания UNIQUE (ЮНИК)-Лесоведение и землепользование GmbH (ГМБХ) – Общественный фонд CAMP Табиат – Центр исследования климатических систем (ЦИКС), – Всемирный фонд дикой природы США (ВФДП)	
Бюджет (Расходы)				
Цели и обоснования	«Экосистемный подход для адаптации к климатическим изменениям в высокогорных регионах Таджикистана» - это региональный проект, который осуществляется в трех странах: Таджикистан, Кыргызстан и Казахстан. В Таджикистане проект осуществляется в Рушанском районе, долине Бартанг в селах Сипондж и Дарджомдж. Проект осуществляется по поручению Федерального министерства по вопросам окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии (BMUB), при финансовой поддержке Международной Климатической Инициативы (МКИ) и осуществляется GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH). Экосистемы высокогорных регионов Центральной Азии имеют богатое биологическое разнообразие и предоставляют основные услуги, такие как регулирование и обеспечение водой населения всего региона. Однако, ненадлежащее землепользование в этих хрупких экосистемах, наряду с их уязвимостью перед угрозами климатических изменений (например, таяние ледников, изменение водного режима, засухи) уменьшают их устойчивость и, таким образом, их способность предоставлять постоянные услуги населению. Основной целью этого проекта является разработка методологии и обеспечение осуществления инновационных и рентабельных вмешательств и стратегий для внедрения экосистемного подхода для адаптации к изменению климата на уровне государственной политики, стратегического планирования стран и соответствующих партнеров в области международного развития. Пилотная область в Таджикистане, долина Бартанг, расположена в Рушанском районе и является одной из самых отдаленных и наиболее труднодоступных долин в ГБАО, с самыми суровыми климатическими условиями. Она расположена в 250 км от административного центра ГБАО города Хорога и в 180 км от центра Рушанского района. Это изолированный и бедный край со слабой инфраструктурой и жизнедеятельностью населения. Два пилотных села, Сипондж и Дарджомдж, где планируется осуществить проект по внедрению экосистемного подхода для адаптации к изменению климата в высокогорных районах Центральной Азии, являются одними из наиболее уязвимых сел, в связи с нехваткой сельскохозяйственных земель и недостаточным объемом водных ресурсов. Оба села подвержены волной			

	эрозии. В случае с селом Сипондж, зона, наиболее затронутая эрозией и паводковыми явлениями, это земля вдоль реки Бартанг, особенно в период высокого уровня воды в летний период.
Меры и методология данного проекта	Консорциум, в составе BMUB (Федеральное министерство по вопросам окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии) и МКИ, финансируемой и осуществляемой под руководством GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH), после проведения исследований, пришли к выводу, что использование экосистемного подхода к адаптации поможет людям адаптироваться к неблагоприятным последствиям изменения климата. Целью этой инициативы является укрепление обеспечения экосистемных услуг и, таким образом, улучшение средств существования и жизнедеятельности населения, которое зависит от этих услуг. Хотя применение потенциальных экосистемных мер в Центральной Азии не является чем-то новым, обычно соответствующая информация о климатических рисках для людей и экосистем не принимается во внимание и таким образом, повышается риск внедрения неадекватных мер вмешательства. В рамках проекта используется модифицированная форма Открытых стандартов практики охраны природы для систематической разработки и тестирования интегрированной структуры планирования, с использованием информации о климатических рисках для того, чтобы определить основную область уязвимости людей и экосистемных услуг по сценариям изменения климата и разработке потенциальных вариантов адаптации. Методологическая основа этой структуры может содействовать смене парадигмы: переход от рутинных подходов к процессам адаптации, основанным на климатических данных. Больше информации по разработанной структуре можно найти на платформе панорамных решений на сайте http://www.panorama.solutions/en/solution/open-standards-based-framework-planning-and-implementing-ecosystem-based-adaptation, которая вскоре будет опубликована, как глава в следующей книге http://www.springer.com/series/8740. В модифицированной структуре ЭП, основанной на информации об изменении климата, используются научные прогнозируемые показатели по изменению климата, с применением подхода сценарного планирования к адаптации, с участием бенефициаров общины. В рамках структуры «Открытые стандарты, основанные на информации об изменении климата, по адаптации с применением экосистемного подхода» были осуществлены следующие шаги: 1. Определить социальный, тематический и географический охват процесса планирования экосистемного подхода 2. Иметь правильное понимание о нынешнем и желаемом состоянии экосистемы 3. Анализировать обычные уязвимые места людей и экосистем (то, что не имеет отношение к изменению климата). 4. Определить угрозы, связанные с изменением климата 5. Разработать общую модель социально-экономической и экологической системы (включая воздействие климатических изменений). 6. Повторно анализировать и переоценить цели проекта. 7. Определить и выбрать стратегические меры, основанные на общей модели. 8. Осуществить и провести мониторинг отдельных мер по адаптации, изучить их и адаптировать к местным условиям. Как результат, вместе с местными общинами разработана общая стратегия адаптации, состоящая из различных адаптационных мер.
Дополнительные меры	Структура планирования экосистемного подхода используется для определения общей стратегии адаптации для местных общин в высокогорных регионах Центральной Азии, с четко определенными приоритетными мерами (но не ограничиваясь этим), использующих экосистемы и их продукты и услуги. В настоящее время эти меры осуществляются. В Таджикистане осуществляются следующие экосистемные меры: Село Сипондж: лесонасаждение/лесовосстановление на берегах рек, лесонасаждение/лесовосстановление на оползневых участках, более рациональное управление пастбищами путем проведения тренингов и создание Союза пользователей пастбищ. Село Дарджомдж: лесонасаждение/лесовосстановление на оползневых участках, лесонасаждение/лесовосстановление на берегах рек.
Возможность дублирования действий	Разработанная методология повторно использована в двух селах джамоата Вору: села Газза и Вору в Пенджикентском районе. Планируется дальнейшее повторное применение этих методологий в сотрудничестве с другими партнерами в области развития. Укрепление потенциала национальных экспертов: было проведено 3 модульных ToT для фасилитаторов по осуществлению структуры ЭП (экосистемного подхода) и содействия их применения в общинах. 15 обученных фасилитаторов могут быть привлечены для дублирования деятельности в других районах.

Устойчивость Техническое содержание	/	Планируется, что разработанные стратегии по экосистемному подходу систематически интегрируются в местные планы развития и ответственные организации будут иметь мандат и потенциал, необходимый для осуществления и мониторинга планов по развитию, основанных на информации об изменениях климата. Объединение работы по укреплению потенциала, институционализации подхода EbA и предоставление доступной научной информации местным партнерам в области развития поможет перейти от проекта к процессу, поскольку адаптация – это процесс, а не проект.		
Ожидаемые доказанные эффекты	и/или	На месте	Вверх по течению	Вниз по течению
		- Применение структуры с активным участием местных заинтересованных сторон внесло для них ясность о потенциальных, обычных и связанных с изменением климата угрозах, а также об адаптивном потенциале местных общин и экосистем к нынешним и долгосрочным направлениям изменения климата. - Это позволило определять наиболее перспективные адаптационные варианты, обоснованные в соответствии с различными климатическими сценариями, в основном фокусирующимися на улучшенное управление пастбищами и лесами, а также на применение мер по сохранению водных ресурсов. - Помимо этого, домохозяйствам были ознакомлены с альтернативными источниками получения прибыли, такими как туризм и обработка фруктов. - Повышен уровень знаний местных органов власти, специалистов учреждений государственного сектора и местного населения в вопросах изменения климата и необходимости адаптироваться к решениям, основанным на сохранении природы путем информационного взаимодействия и обучения в вопросах окружающей среды. - Укреплён потенциал сельских учреждений в области гибкого планирования управления природными ресурсами и принятия решений по сохранению и восстановлению биоразнообразия. - Местные органы власти и сельские учреждения теперь знакомы с особенностями	Ожидаемый эффект: мера по ведению лесов на склонах холмов была определена как мера с применением экосистемного подхода (ЭП). Эта мера направлена на предотвращение эрозии почвы и на защиту сел от оползней и селевых потоков.	Ожидаемый эффект: расширен доступ к питьевой и ирригационной воде. Ожидаемый эффект: защита берегов рек и береговых насаждений от наводнений.

	принятия решений в условиях меняющегося климата (планирование сценария) - Эти совместные меры дадут жителям высокогорных регионов возможность лучше адаптироваться к изменению климата.		
Действия заинтересованных сторон			
Проблема	- Обсуждение информации об изменении климата с членами общины: есть опасность, что климатические изменения могут быть неправильно поняты и восприняты, как источник экологических проблем. Поэтому следует оказать содействие в этом процессе с учетом данной ситуации.		
Иллюстрации			
Данные и требования	- Была проведена оценка целесообразности этой меры с учетом размера, ландшафтного контекста и условий данных экосистем; - Масштаб климатических проектов был уменьшен в соответствии с пилотными участками, эти проекты были созданы на основе обобщения 21 модели глобальной циркуляции (МГЦ); - Используется информация о преобладающих стратегиях по жизнедеятельности людей для того, чтобы адаптировать сезонные и годовые климатические проекты на местном уровне на ближайшее будущее.		
Рабочий план	Полное руководство для оказания содействия общине, включая рабочий план по планированию осуществления экосистемного подхода, скоро будет разработан и затем может быть распространен для совместного использования.		

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
- Практики часто выбирают меры экосистемного подхода, основываясь на рассмотрении приоритетов и не учитывают климатические риски, воздействующие на экосистемы, которые предназначены для того, чтобы помочь людям адаптироваться к климатическим изменениям. Рассмотрением этого вопроса занимается структура планирования ЭП. - Оценка уязвимости, включенная в структуру планирования (этапы 1-5) непосредственно касается экосистем и услуг, которые они предоставляют людям, а также стратегии обеспечения средств существования; они не рассматриваются отдельно. - Структура ЭП, с учетом информации об изменении климата, оказалась успешной структурой для разработки и осуществления стратегии ЭП в высокогорных районах Центральной Азии. В частности, в последовательной логической цепи, начиная от климатических стимулов, предоставляемых климатическими проектами, адаптированными на местном уровне, до определения мер адаптации, учитываются сильные стороны этого подхода, четко отличая его от обыденной адаптации. - Более того, структура разработана для того чтобы применять ее с участием разных сторон, вовлечения местного населения в течение всего процесса. Это считается особым преимуществом для повышения чувства собственности в процессе адаптации среди тех, кому нужно адаптироваться к различным климатическим изменениям на местах.	

Эффективность и Оценка

	Сейчас очень рано давать оценку результатам, поскольку сейчас еще идет фаза осуществления проектных мероприятий. В настоящее время разработан сравнительный анализ, для сравнения интегрированной структуры планирования ЭП, в которой используется информация о климатических рисках для определения основной степени уязвимости людей и экосистемных услуг, с другими структурами планирования, такими как оценка условий сельской местности при участии различных сторон. С результатами можно поделиться на более поздней стадии.
--	--







Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана



Положительный опыт: Управление водосборным бассейном - управление лесными ресурсами

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

Название проекта	a) Региональная программа по устойчивому землепользованию, с учетом изменения климата, для экономического развития в Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан) и предшествующие проекты. b) Проект по адаптации к изменению климата через устойчивое управление лесным хозяйством (Таджикистан) c) Региональный проект по экосистемной адаптации к изменению климата в высокогорных районах Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан).		Организация	GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Германское общество по международному сотрудничеству)
Место осуществления проекта	Районы Фархор, Ховалинг, ГБАО (включая Ванджский район), Пенджикент, Дангара, Джиргиталь, Тавильдара, Бальджуван			
Проектный период (начало-	Части текущих программ / проектов начиная с 2006 года по настоящее время			
Контактное лицо	Стефани Хенриод, Советник. Email: stephane.henriod@giz.de Николь Пфеферле, Советник. Email: nicole.pfefferle@giz.de Аслам Мунаков, Советник. Email aslam.munakov@giz.de			
Бенефициары / Количество женщин	Пользователи лесов: 1016 (64 лесопользователей - женщины)	Заинтересованные стороны	Пользователи лесов, группы лесопользователей, местные государственные лесохозяйственные предприятия	
Бюджет (Расходы)	Отдельные расходы для осуществления проектных мероприятий еще не были проанализированы.			
Цели и обоснования	Леса являются основным источником экосистемных услуг, таких как регулирование водного баланса для снижения риска наводнений и засух. Поэтому восстановление и управление лесами является жизненно важным в процессе адаптации к изменению климата и снижению риска стихийных бедствий. Лесонасаждение и восстановление лесов часто являются длительными, но экономически целесообразными методами для местных общин, чтобы предотвратить или уменьшить воздействие различных опасностей, таких как эрозия почвы, оползни, наводнения и засухи. В Таджикистане, где климатические изменения содействуют увеличению повторяемости и интенсивности чрезвычайных событий и где лесной покров был уменьшен в связи с вырубкой лесов во время гражданской войны, ответственное управление лесами может внести значительный вклад в управление рисками стихийных бедствий. Простые методы управления лесами могут содействовать в осуществлении комплексной стратегии по снижению риска стихийных бедствий. Помимо того, леса играют основную роль в жизни сельского населения Таджикистана. Дрова, корм для животных, медицинские травы, фрукты и орехи можно выгодно продавать на местном уровне и поэтому они представляют собой важный источник получения прибыли для населения.			
Меры и методология данного проекта	СУЛ - Совместное управление лесами (СУЛ) в основном включает в себя сдачу в аренду лесных земель местному населению на длительный срок. Арендаторы восстанавливают лесные участки и используют их в соответствии с планом мероприятий. Местные лесохозяйственные предприятия консультируют их по вопросам восстановления лесов. Проект начат для того, чтобы продемонстрировать целесообразность и воздействие совместного управления лесами в различных лесных экосистемах, обеспечивая путь для более широкого применения этого подхода во всей стране. Восстановление лесного покрова, в рамках стратегии EcoDRR (Снижение риска экологических стихийных бедствий), может принести следующие выгоды:			

	Преимущества лесонасаждений и лесного покрова Техника управления лесными ресурсами		
	1. Стабилизация почвы 2. Сохранение почвенной влаги 3. Регулирование водного режима и защита от наводнений 4. Сохранение питательной среды 5. Смягчение последствий изменения климата	- Увеличение лесного покрова путем разведения лесных насаждений и лесовосстановления - Устойчивое использование древесины - Насаждение кустарников - Капельное орошение (например, с помощью пластиковых бутылок)	- Защита саженцев деревьев - Не допускать выпас скота на лесных территориях - Живые ограждения (палисады) - Сохранение лесного биоразнообразия - Разведение местных и устойчивых к изменению климата сортов деревьев
Дополнительные меры	Стратегии по адаптации к изменениям климата и по снижению риска стихийных бедствий должны всегда выполняться как компонент общей стратегии адаптации по водосборному бассейну. Подход СУЛ и управление лесами с применением техники СРСБ может быть частью мер, определенных в рамках подхода ЭП (смотрите другие исходные данные из GIZ). «При экосистемном подходе используются различные возможности для устойчивого управления, сохранения и восстановления экосистем для предоставления услуг, дающих возможность людям адаптироваться к воздействию изменения климата. Этот подход направлен на поддержание и увеличение устойчивости и снижения уязвимости экосистем и людей перед лицом неблагоприятного воздействия климатических изменений» – Конвенция о биологическом разнообразии (КБР).		
Возможность повторения действий	Инициатива СУЛ имеет большой успех и пользуется популярностью среди лесопользователей. Очень важное значение для успеха этой инициативы имеют долгосрочные права на землепользование, которые предоставляет контракт, подписываемый с местным государственным лесохозяйственным предприятием (ГЛП) Подход СУЛ успешно внедрен в Таджикистане и отражен в нынешних законах и подзаконных актах. Таким образом, подход СУЛ может быть применен во всех районах Таджикистана. Управление лесами как часть стратегии СРСБ, благодаря своей экономической рентабельности, легко повторить в других районах. Как бы то ни было, в случае, если риск будет слишком ярко выраженным, в краткосрочный период может понадобиться установка определенной инженерной инфраструктуры.		
Устойчивость / Техническое обслуживание	Лесопользователи на ежегодной основе договариваются с ГЛП о том, какие виды деятельности должны быть выполнены в течении года в рамках СУЛ. Поскольку прибыль с лесного участка делится между лесопользователями и ГЛП, лесопользователи большей частью очень хорошо заботятся о своей земле. В соответствии с Лесным кодексом (2011, Статьи 45-49) и правилами и положениями совместного управления лесами, контракт на СУЛ может быть подписан на 20 лет. Ежегодные планы по долгосрочному управлению, определяющие деятельность по управлению лесами, которые должны выполнять лесопользователи и государственные лесные предприятия (ГЛП), а также количество лесных продуктов, которые могут быть устойчивым образом получены с лесных участков, являются обязательными элементами контракта СУЛ. СРСБ – Рациональное управление лесами может служить в виде долгосрочной стратегии EcoDRR, для которого требуется минимальная техническая поддержка со стороны заинтересованных сторон.		
Ожидаемый и/или доказанный эффект	На месте	Вверх по течению	Вниз по течению
	1. Стабилизация почвы 2. Сохранение почвенной влаги 3. Регулирование воды и защита от наводнений 4. Сохранение питательных веществ 5. Снижение последствий изменения климата	-	- регулирование воды и защита от изменений

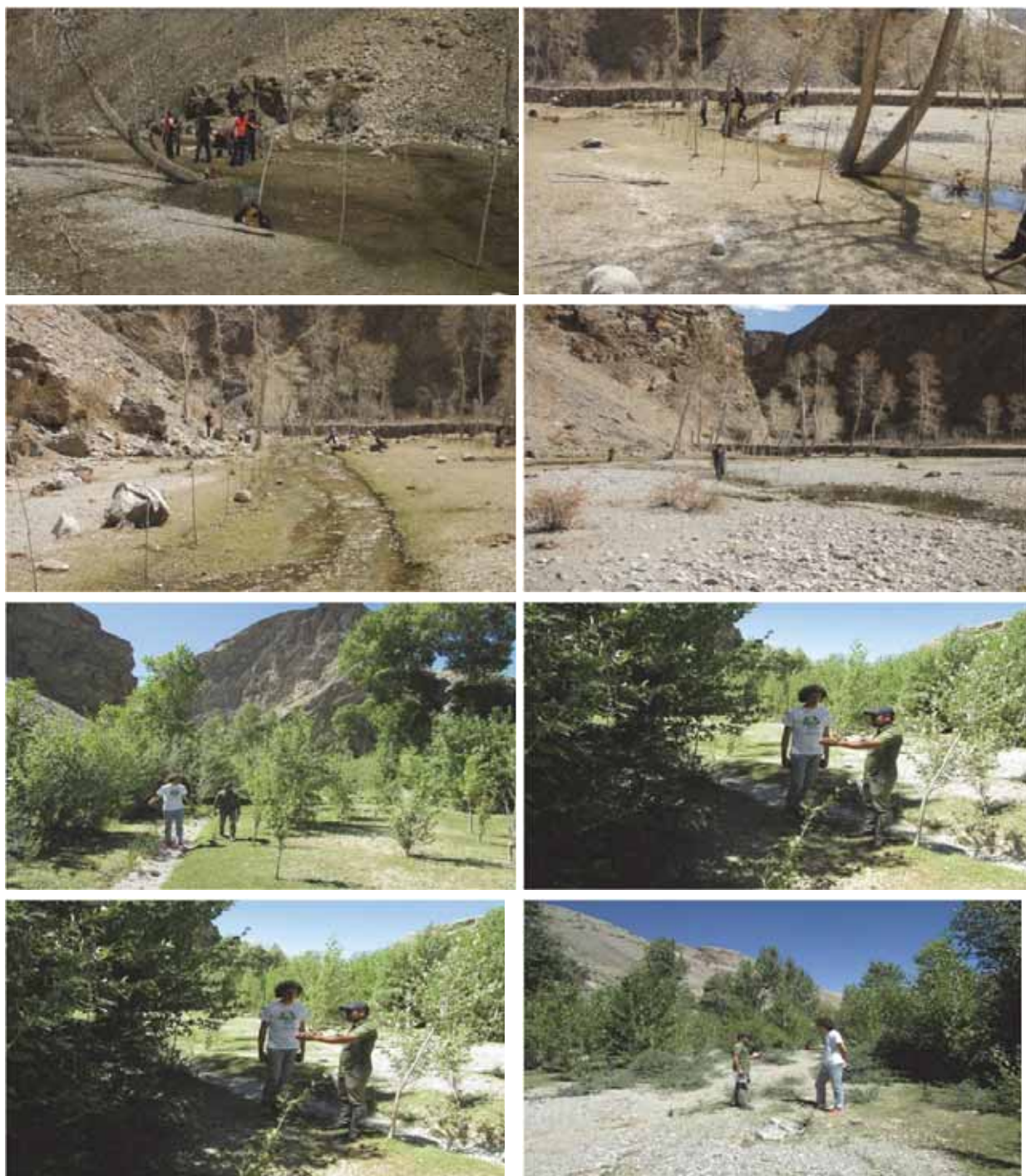
Деятельность заинтересованных сторон	Заинтересованные стороны (лесопользователи) обычно поддерживают деятельность вкладом в неденежной (натуральной) форме.
Проблемы	- Выпас скота на лесных участках (особенно там, где планируется посадка саженцев) - Финансирование покупки саженцев, оградений и т.д.
Иллюстрации	
Данные и Требования	Смотрите Руководство по СУЛ
Рабочий план	Перечисляются подходы, примененные в рамках проекта, описание полного рабочего плана будет слишком детальным. Больше информации можно найти в Руководстве по СУЛ .

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
- Долгосрочное вовлечение местного населения путем составления долгосрочных контрактов аренды лесных земель. - В результате применения подхода СУЛ леса восстановлены до их естественного состояния, пропорции местных и климатически устойчивых сортов деревьев будут увеличиваться.	

Эффективность и Оценка

Смягчение	Эффективность в смысле смягчения последствий наводнений	
	Меры:	Эффективность:
1	Увеличенный лесной покров	После того как растения достигают полной зрелости: Борьба с эрозией: Очень высокая Снижение риска наводнений: от средней до высокой
Самооценка:	В самом начале эффективность проведенных мероприятий довольно низкая, однако по мере того, как деревья вырастают до своего полного размера, увеличенный лесной покров может стать очень эффективным средством управления наводнениями, в зависимости от типа наводнения.	







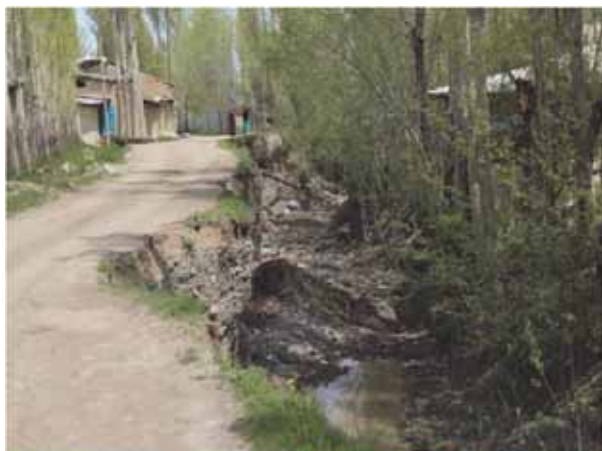
Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана



Положительный опыт: борьба с оврагообразованием и русловыправительные работы, противопаводковые плотины, восстановление оврагов и сооружение габионных стен

Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

Название проекта	Поддержка регионального сотрудничества по принятию ответных мер в случае стихийных бедствий и программа снижения риска стихийных бедствий в Центральной Азии		Организация	GIZ
Местоположение	Согдийская область, район Деваштич, село Куруш. 40,07,44,90 N 69,14,40,40 E			
Проектный период (начало-	январь 2012 – декабрь 2014			
Контактное лицо	Нодир Мухидинов, +992 987330379, nodir.muhammadin@giz.de			
Бенефициары / Количество женщин	Приблизительно от 20 до 30 домохозяйств	Заинтересованные стороны		
Бюджет (Расходы)				
Цели и обоснования	Годами Ходжи Нумонджон Аслонов, житель села Куруш района Спитамен, наблюдал, как грязекаменные потоки, начинающиеся в горах соседнего Кыргызстана, смывали его земли. Из-за чрезвычайно сильных дождей и необычайно высокой температуры в летние месяцы, риск еще больше усугубился в последние годы. Над его домом и над соседними домами уже нависла непосредственная угроза, когда КЧС совместно с GIZ оказали поддержку местному населению техническими консультациями и строительными материалами для строительства защитной стены для их домов.			
Меры и методология данного проекта	Приблизительно в течении 20 дней члены общины, под руководством Ходжи Нумонджона Аслонова, построили защитную стену из габиона длиной в 300 метров. Более того, членам общины были предоставлены саженцы ивняка, которые они высадили вдоль стены, создавая дополнительную долгосрочную защиту, которая со временем становится еще крепче. С тех пор защитная стена уже несколько раз выдержала напор тяжелых селевых потоков, показав свою силу и эффективность.			
Дополнительные меры				
Возможность				
Устойчивость / Техническое обслуживание	Ходжи Нумонджон Аслонов хорошо заботится о деревьях, сейчас они уже выросли до значительного размера и защищают фундамент стены от размывания. Почувствовав себя в безопасности, он даже начал использовать территорию позади стены, посадив там фруктовые деревья, с целью получения дополнительной прибыли для своей жизнедеятельности.			



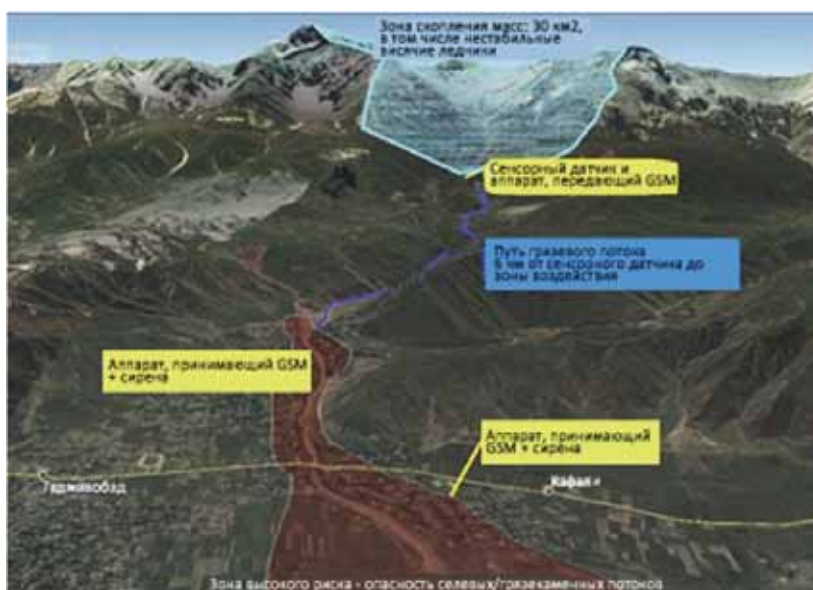








Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана



Положительный опыт:

Укрепление потенциала и мониторинг геоопасности.
Система раннего предупреждения.

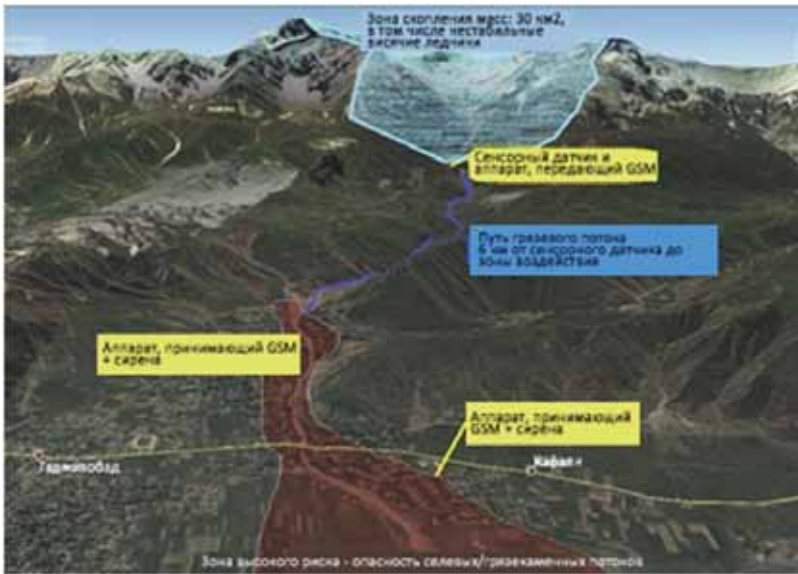
Документ	Примеры положительного опыта для Руководства по снижению риска стихийных бедствий для Таджикистана
Дата	06.02.2018

ОБРАЗЕЦ ТАБЛИЦЫ ПО ПРИМЕРАМ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОПЫТА

Название проекта	Проект SDC/ФОРУС: “Укрепление потенциала и мониторинг отдаленных геологических опасностей», (ТЖК 1075-11) “ Проекты DIPECHO (Программа оказания помощи при чрезвычайных ситуациях): - DIPECHO 8: “Подход, основанный на управлении водоразделом, к интегрированному управлению рисками стихийных бедствий” (ТЖК 1087-14) - DIPECHO 9: “Укрепление интегрированного институционального управления рисками стихийных бедствий и повышение устойчивости общин в уязвимых сельских и пригородных районах долины Рашт” (ТЖК 1099-16) - DIPECHO 10: “Оптимизация корпоративного институционального и общинного управления рисками стихийных бедствий, укрепление потенциала и повышение устойчивости в уязвимых сельских и пригородных районах долины Рашт” (ТЖК 1104-17)		Организация	Deutsche Welthungerhilfe	
Место осуществления проекта	Место установки систем раннего предупреждения (СРП): Зеравшанская и Раштская долины				
	Место установки	Тип СРП	Координаты		
	Район Айни, джамоат Урметан, село Вашан	Сирена	N 39.3491°	E 68.0569°	
	Пенджикентский район, джамоат Рудаки, село Панджруд	СМС + Сирена	N 39°24'5"	E 68°15'50"	
	Нурабадский район, джамоат Комсомолобод, село Шахволон	СМС + Сирена	N395430.58	E695610.38	
	Джамоат Рашт. Рахимзода \ село Рувоз	Сирена	N390641.84	E701259.85	
	Раштский район, села Н. Махсум и Шахрисабз.	Сирена	N390104.3	E701504.3	
	Раштский район, села Н. Махсум и Шул.	СМС + Сирена	N390159.5	E701803.1	
	Рашт, джамоат Хоит, село Хоит	Сирена	N391207.5	E705235.9	
	Джамоат Тоджикобод, Лангари Шох, село Мазори Боло	СМС + Сирена	N390231.25	E703748.64	
	Ляхш, джамоат Джиргаталя, село Майдонтерак	Сирена	N391333.7	E710922.0	
Проектный период (начало-конец)	SDC/ФОРУС: апрель 2011 – март 2013 DIPECHO 8: май 2014 – сентябрь 2015 DIPECHO 9: февраль 2016 – март 2017 DIPECHO 10: май 2017 – июль 2018				
Контактные лица	1. Абдуджаббор Хакимов, Директор НПО “Инновационный потенциал и участие в целях развития” Зеравшанской долины, e-mail: ngo_ipd@mail.ru 2. Доминик Звиски, Советник по техническим вопросам, WHH/Германская агроакция, e-mail: Dominik.Zwicky@welthungerhilfe.de 3. Валилжон Музаффаров. Эксперт по техническим вопросам/метеорологии в долине Рашт. телефон :988509387				

Бенефициары / Количество женщин		Заинтересованные стороны	Комитет по чрезвычайным ситуациям (КЧС) Местные Хукуматы, Партнерские организации; Корпус милосердия.
Бюджет (Расходы)	Расчетная стоимость установки СРП - 4,500 евро на установку каждой системы (1,500 Евро – радиопередающее устройство IT 70; 3,000 евро – строительные материалы и оборудование)		
Цели и обоснования	Таджикистан – страна, подверженная воздействию стихийных действий, например, наводнений, землетрясений, оползней, селевых потоков, лавин, засух и тяжелых снегопадов. Горная территория страны, наряду со специфическими геологическими и гидрологическими условиями, благоприятствует возникновению наводнений и селевых потоков в период дождей и во время интенсивного таяния снега, большей частью спровоцированного изменением климата. Система раннего предупреждения предназначена для того, чтобы спасти жизни и некоторое движимое имущество, но она не предотвращает нанесение ущерба инфраструктуре и полям. СРП устанавливается в зонах высокого риска разной степени уязвимости, в частности в отдаленных горных селах. Большинство рисков в Раштской и Зеравшанской долине – это риски типа стихийных бедствий высокой повторяемости / среднего воздействия. Самыми значительными являются селевые потоки, оползни и внезапные наводнения, за ними следуют землетрясения, лавины и камнепады. Такие события происходят каждый год, в различных случаях. В период дождей и интенсивного снеготаяния небольшие горные потоки часто переходят в угрожающие селевые и грязекаменные потоки, которые разрушают инфраструктуру (домохозяйства, мосты, дороги) и часто становятся причиной гибели людей. В результате обильных дождей в июле 2011 года имели место два сильных селевых потока в Мазори Боло и пригородном центре Раштского района (Гарм), приведшие к одному несчастному случаю со смертельным исходом; более 50 домов было разрушено, 1500 человек были переселены из своих домов, были сотни погибшего скота и более 20 гектаров разрушенных сельскохозяйственных земель. Более того, были повреждены жизненно важные объекты общественной инфраструктуры, такие как дороги, мосты, линии электропередач и водопроводные трубы. Стихийные бедствия, такие как селевые потоки, также негативно влияют на механизмы противостояния этих отдаленных общин, что показывает настоятельную необходимость осуществления проектных мероприятий по СРСБ и УРСБ на целевой территории. Где бы ни случилось стихийное бедствие, больше всего страдают бедные общины, особенно находящиеся далеко от городских центров. Система раннего предупреждения (СРП) это один из вариантов своевременного информирования населения о грядущих стихийных бедствиях после сильных дождей и интенсивного таяния ледников, которые приводят к катастрофическим наводнениям/селевым потокам. Систему рекомендуется устанавливать в верхней части горного водосборного бассейна, приблизительно на расстоянии 1 километра от последнего дома поселка, чтобы иметь достаточно времени для эвакуации населения в безопасное место.		

Меры и методология данного проекта	Основные характерные особенности • Автоматизированная система предупреждения о селевых потоках, грязекаменных потоках и других локализованных, быстронаступающих стихийных бедствиях в районах, где применение технических мер по смягчению последствий наводнений невозможно. • Предупреждение населения и первых ответственных респондентов через сирены, СМС-сообщения и заранее записанные голосовые сообщения на зарегистрированные мобильные телефоны • Система разработана с тем, чтобы дать 10-40 минут времени для оповещения людей, чтобы спасти жизни и движимое имущество. • Дополнительно к этому в селах, подвергающихся риску, создаются группы управления стихийными бедствиями и для них проводятся тренинги. • Проводятся тренинги для сотрудников Национального комитета чрезвычайных ситуаций по планированию, установке, управлению и содержанию подобных систем в исправном состоянии. Общий план В проектных целевых районах были установлены два типа СРП. Эти два типа СРП включают в себя систему предупреждения на уровне села (звонки, сирены) и систему, основанную на ГСМК (глобальная система мобильных коммуникаций). Эта деятельность осуществляется WHN в рамках проектных циклов DIPECHO. Поскольку для установки системы на основе ГСМК необходимо наличие мобильной связи, в некоторых из недавно отобранных водосборных бассейнах этот вид связи может стать проблематичным, и таким образом становится необходимым устанавливать более упрощенную систему СРП, которая все же обеспечивает оповещение населения. Тем временем, в других водоразделах, где мобильная связь обеспечена, установлена система мониторинга и оповещения о стихийных бедствиях в режиме реального времени. Эта система обеспечивает оповещение большого радиуса действия для населения, подвергающегося риску внезапных наводнений, селевых или грязекаменных потоков. В зависимости от места и типа стихийного бедствия, по которому проводится мониторинг, время оповещения по этим системам составляет от 10 минут до 2 часов. В случае стихийного бедствия все население, проживающее в зоне воздействия, немедленно получает предупреждающее сообщение через СМС. Более того, лица, выполняющие основные функции (полиция, группы реагирования, лидеры общин, КЧС) получают автоматизированные вызовы (голосовые) с инструкциями, что необходимо делать. С технической точки зрения, системы раннего предупреждения на основе ГСМК состоят из трех элементов: а) Система мониторинга в режиме реального времени (сенсорный датчик) на месте источника стихийного бедствия. В случае системы предупреждения о внезапных наводнениях, такой электромеханический сенсорный датчик устанавливается в соответствующем месте, на несколько километров выше от зоны риска. Если заранее определенный
---	--

	уровень воды превышает, этот датчик запускает сигнал тревоги. Сенсорный датчик защищен от животных, климатического воздействия и вандализма. б) Радиопередающее устройство ГСМК для передачи сигнала тревоги через СМС и заранее записанные голосовые сообщения группам аварийных сигналов 1 (респонденты первого уровня, такие как КЧС, аварийные бригады, органы власти, дежурные по станции Мегафон и т.д.) и 2 (для всего населения в целом). Радиопередающее устройство (размером с мобильный телефон) устанавливается в безопасном месте рядом с сенсорным датчиком. Это устройство получает питание от солнечных батарей и имеет резервную батарею на 100 дней, что гарантирует круглосуточное действие датчика круглый год. Предоставление автоматизированной еженедельной сводки группе аварийных сигналов 1 обеспечивает функционирование системы при любых обстоятельствах. с) Системы аварийного оповещения (звонки, сирены) в общинах, подверженных риску, где до сих пор не было таких систем. Эти звуковые системы оповещения служат как резервное оповещение людей, которые могут пропустить СМС-предупреждение. Они могут включаться автоматически или вручную руководителями групп реагирования.  Профиль местоположения установки СРП Капали, Раштская долина, Таджикистан		
Дополнительные меры	Для системы необходимо строительство дополнительной инфраструктуры, такой как небольшое помещение для хранения в безопасности трансформатора СРП (IT70) и другого оборудования (батареи, металлических ящиков, проволоки). Также важно обучить местных специалистов, ответственных за эксплуатацию данной системы.		
Возможность повторения действий	Легко осуществимо		
Устойчивость / Техническое обслуживание	Партнеры проекта, такие как Комитет по чрезвычайным ситуациям (КЧС) Таджикистана и национальная телекоммуникационная компания (Мегафон) будут продолжать следовать по намеченному пути по внедрению инновационных подходов по разработке автоматизированной СРП, у которой есть потенциал защитить тысячи людей, живущих в уязвимых водосборных бассейнах. Для этой цели, для того чтобы передать умения и навыки по установке и содержанию в исправном состоянии систем предупреждения, WHN провела тренинги для соответствующего персонала. Затем WHN провела церемонию передачи установленных СРП местным органам власти (КЧС, Хукумат, лидеры общин) с тем, чтобы они взяли на себя ответственность за дальнейшее содержание этих систем в исправном состоянии.		
Ожидаемый и/или доказанный эффект	На месте	Вверх по течению	Вниз по течению
Деятельность заинтересованных сторон			
Проблемы	- Обеспечение ответственности КЧС и членов общины за дальнейшее содержание в исправном состоянии и надлежащее управление этими системами. - Необходимость постоянной поддержки со стороны провайдеров мобильной связи в поддержании сим-карт активированными.		

Иллюстрации

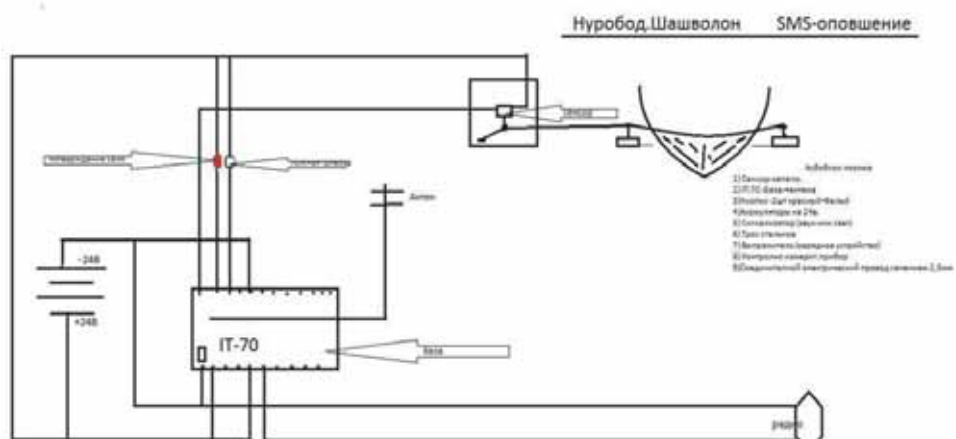




Рисунок: стальные канаты от сенсорного датчика, подсоединенные к спусковому механизму натяжного действия.



Рисунок: Сигнал, поступающий путем соединения натяжного провода с программируемым оборудованием GSM Alert Device Eviateg IT 70





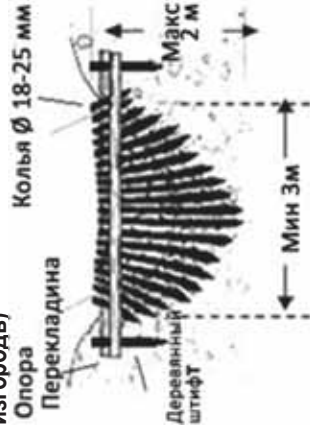
	 Электронная сирена высокой отдачи - Пьезо-технология для максимальной отдачи при минимальном потреблении энергии. - 126 dB @1m звуковой вывод= эффективный охват 400 м - Мощность 24V DC, 1,1A, 2x50Ah Резервная батарея - 45 предупредительных сигналов, доступных для выбора - Водостойчивое покрытие для стационарной наружной установки - При установке за пределами сетки, могут работать на солнечных батареях.
Данные и Требования	
Рабочий план	

Плюсы и Минусы Проекта

Плюсы	Минусы
{список преимуществ} Полностью автоматизированная, исключает «человеческий фактор» как источник ненадлежащего (неисправного) функционирования Применяется в зонах повышенного риска, где применение технических мер по смягчению последствий наводнений недоступно. Намного дешевле, чем технические меры по смягчению последствий наводнений (4,500 Евро на всю систему)	{список недостатков} Необходимо обеспечение стабильного сигнала ГСМК в месте расположения сенсорного датчика и зоны воздействия Необходимы экспертные навыки (ноу-хау) для программирования прибора IT 70. Необходимо регулярное обновление телефонных номеров (вновь прибывшие люди/люди, меняющие свои номера)

Эффективность и Оценка

Смягчение последствий наводнений	Эффективность в сфере борьбы с наводнениями и повышения осведомленности	
	Мера:	Эффективность:
1	Система раннего предупреждения	Очень высокая



Зеленые черенки (срезанные жерди) одинаковой длины вбиваются с одной стороны в землю в один ряд, на одну треть их длины, чтобы сформировать изгородь. Верхние концы срезаются под прямым углом и прикрепляются к горизонтальной жерди (зеленой или высохшей), которая затем закрепляется в земле с двух сторон оврага.

Функции: Заполнение оврага. Задерживает различный наносный материал и частицы,двигающиеся вниз по склону, формируя мощный барьер и укрепляя склон, особенно после того, как вбитые жерди пускают корни. После прорастания, образовавшаяся растительность становится основным структурным компонентом.

Преимущества: дешевая, быстро и легко создаваемая конструкция с немедленным эффектом, обычно растет хорошо. Также имеет фильтрующий эффект. Может быть использована на местности с уклоном более 60°.

Недостатки: ограниченная ширина (около 3 м) и длина (2 м), наличие необходимого материала (длинные, прямые жерди). Только для ограниченных водных и грядекаменных потоков.

Строительный сезон: Период, когда растения находятся в состоянии покоя:

- **осень** (до того, как земля замерзнет)
- **весна** (до обильных дождей)

Создание конструкции в вегетативный сезон возможно только на участках, которые остаются влажными (коэффициент приживаемости ниже). Если участок сухой, работы нужно проводить непосредственно перед началом сезона дождей.

Инструменты: Посадочный лом или кронштейн с отметками для посадки, чтобы сделать отверстия для посадки колыев. Проволока для связывания. Деревянная пила и лопата.

Необходимые материалы: Ветки растений различных сортов, легко пускающих корни (например, ивняк), в возрасте от 6 до 18 месяцев. Жерди должны быть минимум 5 см в диаметре и от 0.5 до 1 метра длиной, а подпорки из зеленых растений должны быть обычно 1-2 метра длиной.

Меры предосторожности: до посадки храните жерди влажными, храните их в тени или в свежей воде. Если возможно, срежьте черенки в тот же день, когда они должны быть посажены. Во время посадки черенков постарайтесь не повредить кору.

Сооружение:

- 1) Всегда начинайте работу с вершины склона, который необходимо укрепить, и работайте по направлению вниз. Отметьте линии, где будет установлена изгородь. Расстояние между изгородями составляет от 3 до 20 м, в зависимости от степени крутизны и длины склона: чем круче склон оврага, тем меньше расстояние между изгородями.
- 2) Начиная с одного конца и используя небольшой лом, выкопайте траншею через склон, шире диаметра срезанных жердей, и достаточно глубоко, чтобы захватить по меньшей мере две трети длины срезанных жердей.
- 3) Сверху ветки срежьте под прямым углом, чтобы уменьшить поверхность площади и не допустить высыхания, а снизу - под углом 45°, чтобы дать больше пространства для пуска корней. Это также будет ясно указывать, каким концом черенок должен быть вставлен в землю.



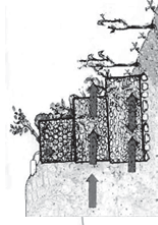
- 4) Тщательно уложите срезанные черенки (жерди) в один ряд в траншею, на расстоянии около 5 см, так, чтобы около 15 см оставалось над землей. Черенки должны быть установлены вертикально.
- 5) Черенки (жерди) устанавливаются на такую глубину, чтобы от двух третей до трех четвертей черенков было в земле. В идеале, над землей должна оставаться только одна точка ветвления. После посадки черенков излишки спилите. При этом, на крутых нестабильных склонах выступающая часть должна быть больше (5-15 см), что помогает вырасти новым побегам в зоне движения грядекаменного потока и удерживать больше наносных пород.
- 6) Прутья привязываются проволокой к поперечной балке, которая закрепляется с двух сторон оврага и защищается колышками с каждой стороны. Для поперечной балки тоже нужно использовать живой (зеленый) материал, так чтобы он тоже мог пустить корни, укрепляя тем самым изгородь.
- 7) Затем вся земля, вырытая вокруг единичной или двойной линии, засыпается обратно и утрамбовывается.
- 8) В крутых ложбинах и склонах и оврагах изгородь следует подкреплять камнями или землей, взятой с нижней стороны, чтобы обеспечить дополнительную защиту от глубинного размытия



Меры ухода: Проверьте участок во время первого сезона дождей. Черенки (жерди), подвергшиеся воздействию внешней среды, или сломанные жерди следует заменить. Возможно, через несколько лет понадобится прореживание проросших черенков.

О био-инженерии почвы

Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти на местном уровне (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), вместе с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонные (местные) живые материалы с близлежащего строительного участка или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Колыя: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, тугownik и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см, возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, то этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере $\frac{1}{2}$ срезанного черенка находилось в земле.

ФУНКЦИИ

Прямые: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание наносных пород, увеличение просачивания).

Долгосрочная: корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (запотранспирация), производит лесоматериалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая итальянская неправительственная организация (НПО). **CESVI** осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: основные сферы осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация CESVI имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37
тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filippocrivellaro@cesviovverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта
Тел. +992 934098724

E-mail: dushanbe@cesviovverseas.org



Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.

<http://www.cesvi.com>



Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Методы Инженерии почвы

Брошюра №1: ЖИВЫЕ ПАЛИСАДЫ



Вид сбоку

Вид сверху

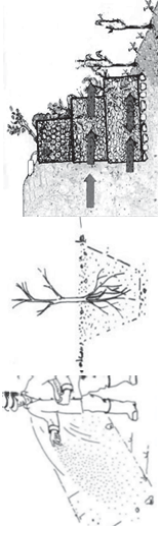
Забор из жердьев, вбитых в землю рядом друг с другом.

Для стабилизации небольших промоин и узких оврагов. Особенно эффективен при оползнях на крутых склонах.



О био-инженерии почвы

Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти на местном уровне (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), вместе с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонные (местные) живые материалы с близлежащего строительного участка или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Колыя: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, туготник и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере ½ срезанного черенка находилось в земле.

ФУНКЦИИ

Непосредственно: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание наносных пород, увеличение инфильтрации).

Долгосрочная: корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (эвапотранспирация), производит лесоматериалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая итальянская неправительственная организация (НПО).

CESVI осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: Основная сфера осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения их социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация **CESVI** имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37
тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filippocrivellaro@cesviovverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта

Тел. +992 934098724

E-mail: dushanbe@cesviovverseas.org



Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.

Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания через развитие управления природными ресурсами в Таджикистане».

Методы Био-Инженерии почвы

Брошюра №2:

КУСТАРНИКОВАЯ УКЛАДКА



Живые черенки высаживают в ряд на террасах вдоль склона по контуру, а затем засыпают их землей, оставляя снаружи только верхушки веток.

Применяется для стабилизации на участках рыхлых наносных пород, для наполнения косогоров и высоких набережных, с целью предотвращения поверхностных оползневых перемещений и оползней. Она подходит для водонасыщенных склонов или крутых и каменных склонов, не подверженных оползням.

Кустарниковая укладка



На склоне выкапывают террасы, на них укладывают черенки под небольшим углом, более или менее перпендикулярно по контуру склона. Затем их покрывают слоем почвы, оставляя только кончики снаружи.

Функции: Черенки непосредственно укрепляют и защищают склон, добавляя значительную устойчивость при оползнях или сдвиговом смещении. Часть выступающих проросших черенков помогает в замедлении поверхностного стока воды и уменьшении поверхностной эрозии. После того, как черенки пускают корни, кустарниковая укладка становится мощной линейной растительного покрова, которая разделяет всю длину склона на несколько более мелких склонов, предотвращая тем самым образование промоин и удерживая наносные материалы, движущиеся вниз по склону, создавая биотеррасы. При установке кустарниковой укладки под углом, это помогает оттоку воды.

Преимущества: Простая, низкочастотная мера, осуществляемая с применением физического труда. Наибольший действенный эффект всей структуры по стабилизации склона. Очень мощный барьер, особенно на участках рыхлых почв склона. Техника кустарниковой укладки может применяться на склонах крутизной до 45°.

Недостатки: данная конструкция может нанести значительный ущерб для склона. Она может быть использована только на склонах из рыхлого грунта.

Не допускайте применения этой практики на плохо дренируемой территории, подвергающейся небольшим оползням.

Сезон посадки черенков: в сезон «спячки» растений.

Осенью (до того как земля замерзнет) и **весной** (до облистования деревьев).

Инструменты: лопаты и кирки (мотыги) для выкапывания террас на склонах для посадки черенков, веревка и измерительная лента (30 метров).

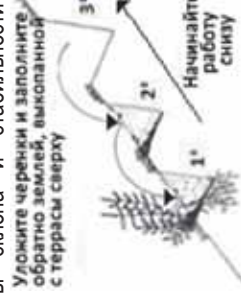


Материалы: черенки свежих, зеленых сортов растений с хорошо произрастающими корнями, в возрасте от 6 до 18 месяцев, диаметром 2-4 см и 50-120 см длиной. Срезайте ветки с нижней части под углом 45°, четко обозначив с какой стороны черенки должны быть посажены в землю.

Меры предосторожности: удостоверьтесь, что линии проходят вдоль контура и не способствуют концентрации поверхностного стока воды. Не допускайте высыхания и нагревания черенков (храните их в тени, во влажной почве или в свежей воде). Если возможно, срезайте черенки в тот же день, когда они должны быть посажены. Вместо черенков можно использовать саженцы проросших растений.

Сооружение:

1) Начиная работу с нижней части территории, где будут проводиться работы, отметьте с помощью веревки точные линии, которые должны быть засажены. Расстояние между рядами зависит от крутизны склона и стабильности почвенного материала: Уложите черенки и заполните обратную сторону, выкопанной с террасы сверху. Интервал в 2-3 метра для склонов с уклоном менее 30° и интервалом в 1-2 метра для склонов с уклоном 30-45°.



2) Выкапывайте террасы шириной 50-100 см с внутренним уклоном около 10%. Террасы должны быть выкопаны горизонтально, по контуру или слегка с наклоном вниз. Это помогает дренировать почву склона.

3) Укладываете черенки перпендикулярно склону с интервалом 5-10 см между ними. Обычно они укладываются крест накрест, но не параллельно друг другу так, что это дает возможность использовать более длинные ветви. По крайней мере, одна почка (прививочный щиток) или от 1/3 до 1/4 каждой срезанной ветви должны выходить за край террасы. Используйте ветви деревьев различных сортов, различного возраста и диаметра.

4) Заполните террасу грунтовым материалом, выкопанным с террас выше и осторожно уплотните ее ногами.

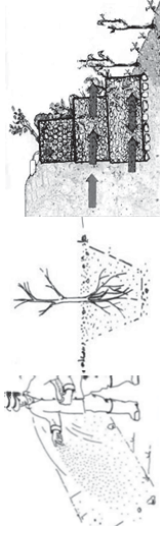
Перед тем как приступить к посадке следующей линии, лишний материал вниз по склону следует вычистить и убрать. Эта процедура повторяется до вершины склона.

Меры ухода: проводите осмотр территории в течение первого сезона дождей. Поврежденные черенки следует восстановить, чтобы дать возможность росту растительности.



О био-инженерии почвы

Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти на местном уровне (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), вместе с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонные (местные) живые материалы с близлежащего строительного участка или же из местных питомников..



Широко используются черенки растений

Колья: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, тугownik и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере ½ срезанного черенка находилось в земле.



ФУНКЦИИ

Прямые: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание наносных пород, увеличение инфильтрации).

Долгосрочные: корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (запотранспирация), производит лесоматериалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая итальянская неправительственная организация (НПО).

CESVI осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: основная сфера осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения их социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация CESVI имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37
тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filippocrivellaro@cesvioverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта

Тел. +992 934098724

E-mail- dushanbe@cesvioverseas.org

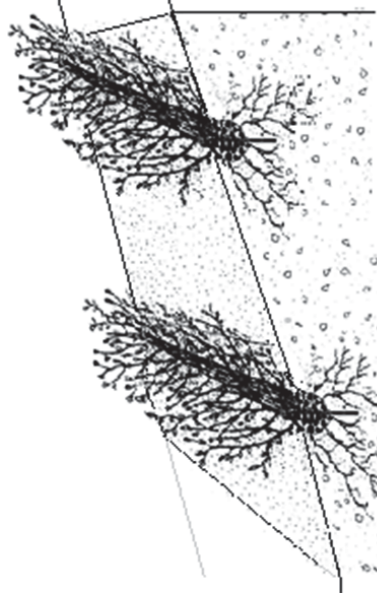


Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается, как отражение взглядов Европейского союза.

Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Методы Био-Инженерии почвы

Брошюра №3: КОНТУРНЫЕ ФАШИНЫ



Связки черенков растений (жердин), связанные вместе в цилиндрическую форму, уложенные в неглубокий ковет (канаву) и покрытые слоем почвы. Они закрепляются с помощью зеленых или высохших кольев.

Применяются для стабилизации склонов: удержание твердых наносов и укрепление пологих сухих откосов, увеличение инфильтрации.



Фашины или связки зеленых жердин (черенков)

Структуры, состоящие из связок живого растительного материала, закрепляются в земле с помощью кольев, которые в некоторых случаях тоже могут быть сделаны из зеленого растительного материала (срезанные ветки).

Стабилизация склона:

- **Укрепление** – контурные фашины
- **Дренаж** – дренажные фашины или тонкий дренажный лежень (в промоинах, небольших оврагах и водонасыщенных склонах).
- Фашины также можно использовать для защиты береговых откосов от размывания.

Контурные фашины

На сухих склонах применяется укладка фашин по контурной линии.

Функции: задержание наносных пород, укрепление склона, увеличение инфильтрации. Фашины пускают корни и ветви и превращаются в мощную линию растительного покрова.



Преимущества:

простая, низкозатратная мера по борьбе с эрозией, которая сохраняет свою эффективность даже при занесении иловыми наносами. Очень легко приспособляема к существующей морфологии почвы, требуется очень мало земляных работ, подходит для крутых каменных склонов, где вскапывать землю очень сложно. Максимальный угол наклона склонов – около 45°.

Недостатки: необходимо большое количество прямых длинных веток. Физический барьер формируется только после прорастания (пущения ростков).

Сезон установки: в зимний сезон (сезон «спячки» растений):

- **Осень** (до того, как земля замерзнет)
- **Весна** (до облиствения деревьев)

Конструкцию в сезон роста растений устанавливать только на тех участках, которые остаются влажными (с низким уровнем выживаемости); непосредственно перед сезоном дождей, если участок сухой.

Инструменты:

для выкапывания траншей, бечевка, веревка или проволока диаметром в 1,5-2 мм для обвязывания связки жердин.



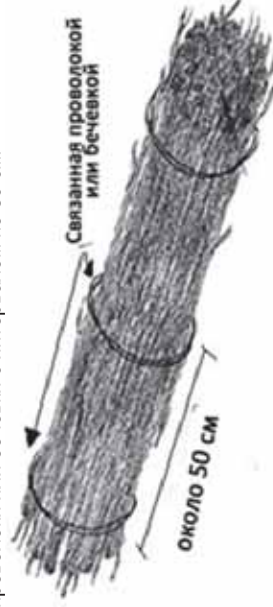
Материалы: ветви растений с проникающими корнями в возрасте от 16 до 18 месяцев, диаметром 1-5 см и по меньшей мере 100 см длиной, порослевые деревянные колья (диаметром 3-8 см, 60-100 см длиной) или железные прутья (1,4 см в диаметре, 80-100 см длиной).

Установка:

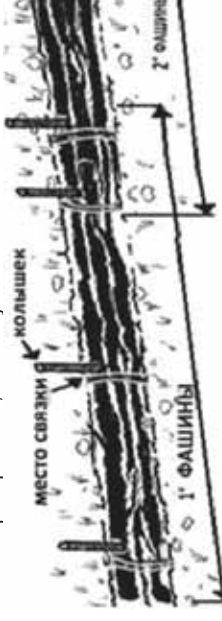
1. Подготовьте участок. Уберите весь рыхлый материал и выступы, плотно наполните ложбину.
2. Отметьте линию, где будут уложены фашины.

Проследите за тем, чтобы линии следовали контуру или необходимому наклону промоины. Выкапайте траншеи длиной и шириной от 30 до 40 см. Всегда начинайте укладывать фашины с нижней части склона и работайте вверх по склону.

3. Подготовьте фашины. Для каждой фашины потребуется, по меньшей мере, 5 веток диаметром минимум 1-2 см каждая. Полностью собранные связки должны быть от 15 до 20 см в диаметре. Утрясите срезанные ветки в связках. Связки могут быть различной длины, от 1,5 до 1,9 метра или длиннее, в зависимости от состояния участка и ограничений по укладке. Связки нужно связать с помощью проволоки или бечевки с интервалом по 50 см.



4. Фашины укладываются в канавы, так чтобы концы фашин перекрывали друг друга. Фашины укрепляются с помощью зеленых или высохших кольев на расстоянии 50-80 см друг от друга. Колья вбиваются в почву склона с легким наклоном, по направлению к вершине холма и достаточно глубоко для того, чтобы выровнять их на уровне верхней части фашин. Вбивайте колья через фашины, по месту связывания.



5. Покройте фашины тонким слоем почвы и крепко утрамбуйте землю вокруг нее. Заполняйте траншею как можно быстрее, чтобы свести к минимуму потерю влаги почвы. Все ветки должны быть соприкасаться с землей, чтобы дать им возможность пустить корни и ветви.

6. Расстояние между фашинами зависит от крутизны склона, варьируя от 2 до 4 м.

Меры

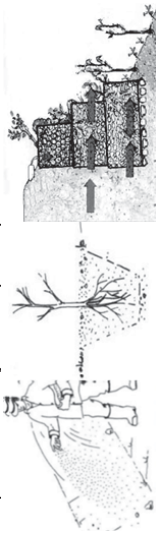
предосторожности:

храните срезы веток во влажном состоянии до установления структуры, храните их в тени или в свежей воде. Глубина траншеи не должна быть больше 30-40 см. Следует принять меры для того, чтобы вода не попадала под фашины и не размывала их.

Поддержание конструкции в порядке: если какие-то участки остались открытыми, это нужно устранить, чтобы дать возможность росту растительности. Может быть понадобится провести прореживание ростков и очищение фашин от наносов.

О био-инженерии почвы

Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти на местном уровне (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), в сочетании с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонный (коренной) растительный материал, собранный рядом с местом сооружения конструкции или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Колья: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, тугownik и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере 1/2 срезанного черенка находилось в земле.

ФУНКЦИИ

Прямые: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание мусора, удержание наносных пород, увеличение инфильтрации).

Долгосрочные: корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (запотенсипирация), производит дровоматериалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая итальянская неправительственная организация (НПО).

CESVI осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: основные сферы осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация CESVI имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37
тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filippocrivellaro@cesvioverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта

Тел. +992 934098724

E-mail: dushanbe@cesvioverseas.org

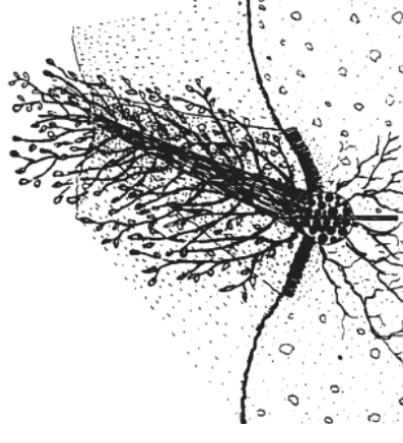


Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.

Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Методы Био-Инженерии почвы

Брошюра №4: ДРЕНАЖНЫЕ ФАШИНЫ



Связки черенков растений (жердин), связанные вместе в цилиндрическую форму. Они укладываются вниз по склону, в существующие промоины/маленькие овраги (или в траншеи) закрепляются с помощью зеленых или высохших кольев и покрываются слоем почвы. Необходимы для стабилизации и дренажа водонасыщенных склонов.



Фашины или связки из живых черенков

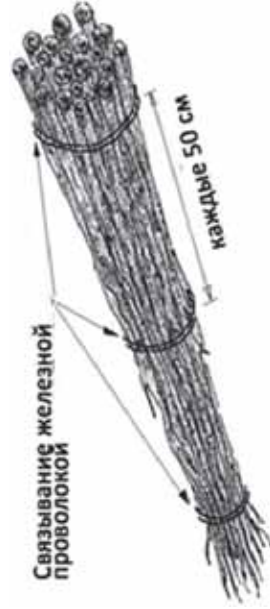
Структуры, состоящие из связок живого растительного материала. Они укладываются на земле с использованием кольев, которые тоже могут быть сделаны из срезанных живых (зеленых) веток.

Стабилизация склона:

Укрепление – укладка фашин по контурной линии (на сухих склонах для удержания наносного мусора и повышения проникающей способности) (смотри *брошюру №3*).

Дренаж – дренажные фашины или дренаж с помощью кольев из живого зеленого материала (на водонасыщенных склонах)

Фашины для дренажа



Фашины для дренажа сделаны путем сбора длинных связок живых (зеленых) веток, уложенных горизонтально. Они схожи с контурными фашинами, но вместо того, чтобы укладывать их вдоль контурных линий, они укладываются вниз склона, следуя линии максимального откоса. Для плохо дренируемых материалов используются фашины, сложенные «елочкой».

Функции: Непосредственный поверхностный дренаж, поскольку вода направляется через прямые ветки; обеспечивается быстрая стабилизация на средней глубине, где излишняя влага вызывает нестабильность, таким образом снижая возможность скопления обмельвших пород. Срезы веток, которые были использованы для фашин, в конечном счете пускают корни и ветки, формируя мощную линию растительного покрова, которая в свою очередь снижает уровень эрозии, в то время как излишняя влага продолжает вытекать через нижний конец.

Результат после одного периода вегетации



Преимущества:

простая, низозатратная мера по борьбе с эрозией, которая остается эффективной даже после заимения. Легко адаптируема к существующей морфологии почвы, требуется очень мало земляных работ.

Недостатки: требуется большое количество прямого и длинного растительного материала. Не сразу формируются физический барьер. Они могут дренировать только ограниченное количество воды, до 5 литров в секунду. Максимальный угол наклона склона – около 35°. Дренажные фашины необходимо подключить к ближайшей подходящей дренажной системе.

Установка:

в сезон «спячки» растений;

Осенью (до того, как земля замерзнет)

Весной (до облистования)

Инструменты: инструменты для выкапывания траншеи, мягкая оцинкованная железная проволока для связывания срезанных веток растений (1,5-2 мм в диаметре).

Материалы: Ветки растений с проникающими корнями (например, ивняк, тамариск), диаметром 1,5 см и длиной по меньшей мере 1-2 метра. До одной трети связки можно заменить высокими длинными ветвями. Проросшие деревянные колья (диаметром 3-8 см, длиной 60-100 см) или железные прутья (0,8-0,4 см в диаметре).

Сооружение:

1. Начинайте сооружение дренажных фашин с вершины холма и работайте по направлению вниз. Подготовьте участок: отметьте линии, где будут установлены фашины, следуя существующим промоинам, максимально наклону склона или под желаемым углом. Глубина траншеи должна быть не больше диаметра фашин, глубиной и шириной от 30 до 60 см. Если промоина глубже, то заполните ее гравием. Следует принять меры для того, чтобы вода не просачивалась под связки и не размывала их.

2. Подготовьте фашины: каждая фашина должна состоять, по меньшей мере, из 5 веток, с минимальным диаметром 1 см каждая. Уложите все срезанные ветки в одном направлении, более крупный конец должен быть установлен вниз по течению.



По сравнению с контурными фашинами, требуются более тяжелые связки, чтобы использовать их в качестве водоводов (водопроницаемых отверстий). Можно использовать сухие ветки: их нужно вставлять внутрь фашин в нижней части. Полностью связанные фашины должны быть диаметром 20-60 см, длина варьирует от 1,5 до 1,9 метра в зависимости от условий участка и ограничений по укладке.

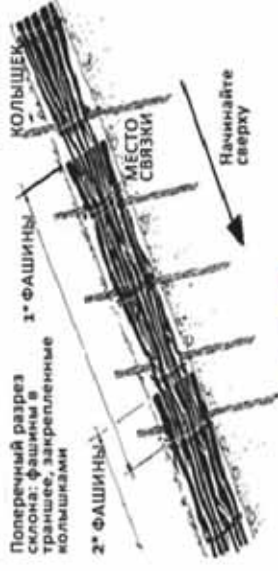
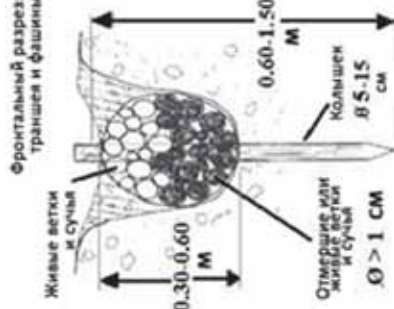
3. Фашины необходимо связать вместе с помощью проволоки, с интервалом по 50 см. Уложите их в канавы, перекрывая концы.

4. Укрепите фашины с помощью живых или высохших кольев на расстоянии 50-100 см друг от друга. Колья необходимо вбить в почву склона с легким наклоном в сторону вершины холма и достаточно глубоко, чтобы сравнять их с верхом фашин. Колья должны быть вбиты через фашины по месту связывания.

5. Покройте их слоем почвы в 3-4 см и крепко уплотните землю вокруг. Заполните траншею как можно быстрее, чтобы свести к минимуму потерю влаги в почве. Все ветки должны соприкасаться с землей, чтобы дать возможность им пустить корни и ветки.

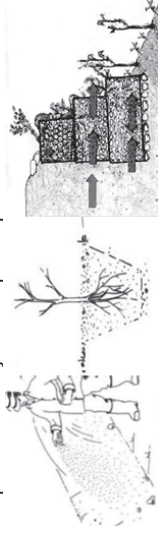
Меры предосторожности: храните срезанные ветки во влажном состоянии до установления сооружения, храните их в тени или в свежей воде. Если фашины используются в промоинах и небольших оврагах, расстояние между ними зависит от количества промоин/оврагов.

Меры ухода: проверяйте данное место во время первого сезона дождей, закройте открытые места и замените поломанные ветки. Иногда может понадобиться обрезка и освобождение от наносного мусора.



О био-инженерии почвы

Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти на местном уровне (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), в соединении с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонный (коренной) растительный материал, собранный рядом с местом сооружения конструкции или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Колыя: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, туюльник и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере $\frac{1}{2}$ срезанного черенка находилось в земле.

ФУНКЦИИ

Прямые: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание мусора, удержание наносных пород, повышения проникающей способности).

Долгосрочные : корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (эвапотранспирация), производит дровесные материалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



cesvi

Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая итальянская неправительственная организация (НПО).

CESVI осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: основные сферы осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация CESVI имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37

тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filiiprocivellaro@cesviverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта

Тел. +992 934098724

E-mail- dushanbe@cesviverseas.org



Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.

Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Методы Био-Инженерии почвы



Длинные
срезанные ветви
(жердины)

укладываются горизонтально и укрепляются с помощью более крупных растительных кольев или арматурных стержней. Сзади ограда заполняется землей. Плетни обычно устанавливаются вдоль контурных линий. Используются на крутых склонах из рыхлого материала, которые поражены поверхностными оползнями и эрозией, где растительный покров не может восстановиться естественным образом. Укрепляет склоны и задерживает наносные породы.



Живые (зеленые) плетни



Ряд ограждений, установленных вдоль склона и сформированных путем переплетения длинных зеленых срезанных ветвей (например, ивняка, вокруг кольев, вбитых в землю).

Функции: удерживает наносные породы, укрепляет склоны и сохраняет рыхлые слои. Видоизменяет склон путем создания террас (разбивает всю длину склона на серию более коротких склонов), увеличивая тем самым инфильтрацию. После прорастания корней и веток, очень эффективно укрепляет почву с помощью своей корневой системы и дренажа, путем испарения влаги через листья.

Преимущества: простая и быстрая мера защиты; ограда с проросшими корнями создает небольшие участки для роста других растений.

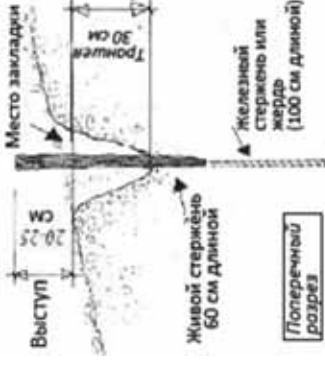
Недостатки: требуется большое количество гибких веток. Требуется много интенсивного труда и материалов, но защитный эффект очень небольшой; недостаточно эффективная структура, легко повреждаема при постоянно случающихся камнепадах. Применяется только на склонах с ограниченным объемом потока наносных отложений. Может быть использована на склонах с уклоном до 40°. Не подходит для чрезмерно дренируемых почв (срезанные ветви высыхают и погибают).

Установка: в течение сезона «спячки» растений; **осенью** (до того, как земля замерзает) и **весной** (до облиствления)

Инструменты: инструменты для выкапывания траншей, лом и молоток для вбивания кольев.

Материалы: более длинные жерди, колья из зеленого материала (около 100 см длиной, Ø 4-8 см) или железные стержни (80 - 150 см длиной, Ø 1.4 см). Более короткие колья из зеленого древесного материала: 50-60 см длиной, Ø 4-5 см. Все колья необходимо заострить с нижней стороны.

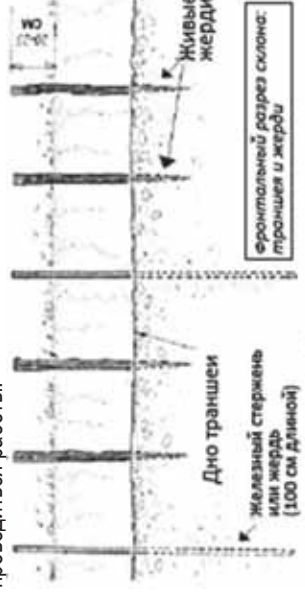
Длинные и более гибкие черенки растений, легко пускающих корни (более 150 см длиной, Ø 2-3 см), оцинкованная мягкая железная проволока (Ø 1.5-2 мм).



Меры предосторожности: не допускайте высыхания и перегрева живых (зеленых) кольев и черенков (храните их в тени, во влажной почве или в свежей воде). При возможности, срежьте их в тот же день, когда их нужно установить. Не допускайте расщепления кольев: при вбивании кола в землю, на верхушку кола поставьте более крепкий кусок дерева. Плетни можно соорудить на склонах параллельными рядами (горизонтальное расстояние между ними – от 1.5 до 3 м) или диагональными рядами (в виде ромба). Структура устанавливается частично погруженной в небольшой желоб (канавку), приблизительно на 20-30 см, чтобы повысить процент пускания корней.

Установка:

1. Работу надо начинать с нижней части территории, где будут проводиться работы.

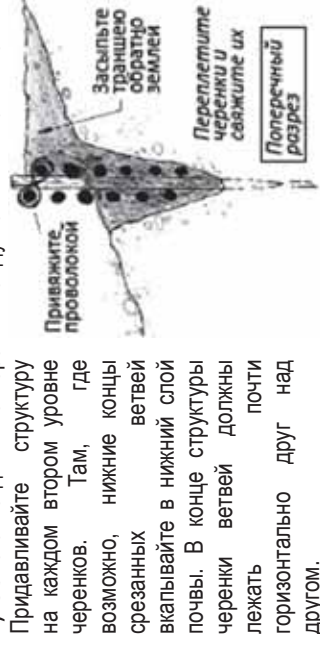


Подготовьте участок заблаговременно до установки сооружения. Отметьте на склоне линии, где будут установлены живые плетни, чтобы линии следовали по контуру.

2) Подготовьте участок для установки плетней, выкопав V-образную нишу, глубиной около 30 см.

3) Установите колья длиной 100 см, с интервалом около 1-2 метра, вдоль линии. Установите 2-3 кола длиной 60 см в промежутках между более длинными кольями. Колья должны выступать на 20-25 см. Устанавливайте колья с помощью лома или земляного бура.

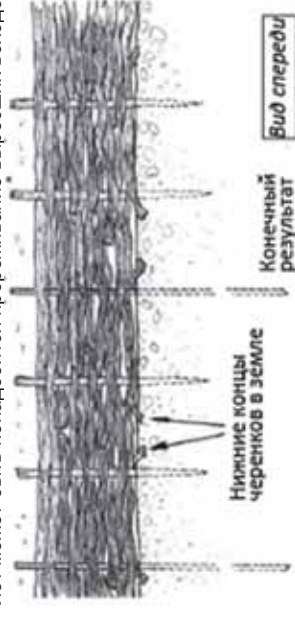
4) Обмотайте длинные черенки между кольями и свяжите их.



Придавливайте структуру на каждом втором уровне черенков. Там, где возможно, нижние концы срезанных ветвей вкапывайте в нижний слой почвы. В конце структуры черенки ветвей должны лежать почти горизонтально друг над другом.

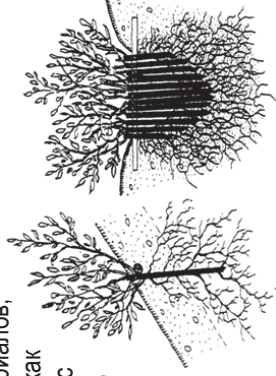
5) Привяжите срезанные черенки к кольям с помощью проволоки. Заполните траншею обратной землей и утрамбуйте ее.

Меры ухода: Необходимо поливать сухую почву в первый сезон роста растений, пока они не прорастут. Также необходимо защищать это место от выпаса скота. Проверяйте территорию в первый дождливый сезон. Какие-либо треснутые или споманные черенки необходимо заменить. Через несколько лет может быть понадобится прореживание выросших всходов.



О био-инженерии почвы

Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти на местном уровне (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), в сочетании с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонный (коренной) растительный материал, собранный рядом с местом сооружения конструкции или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Колья: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, туюльник и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере 1/2 срезанного черенка находилось в земле.



Гуманитарная помощь и
Гражданская защита

Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.

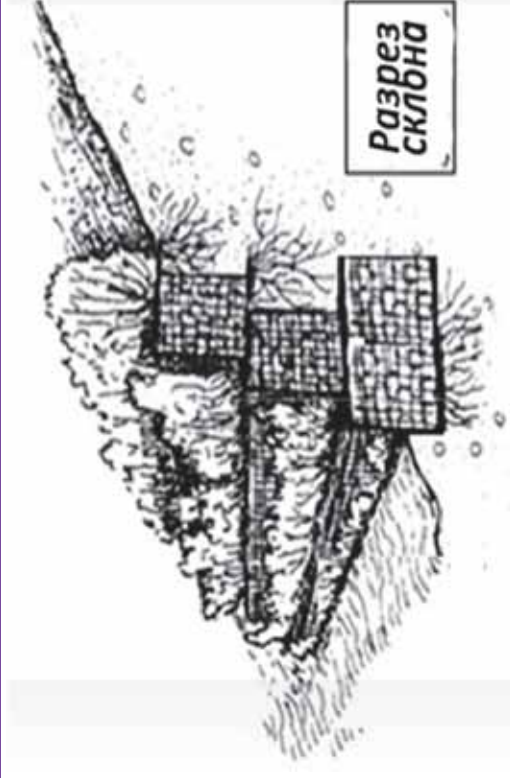


Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Методы Био-Инженерии почвы

Брошюра №6:

ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГАБИОНОВ



Проволоочные каркасы, заполненные камнями вместе с растениями.

Габрион - это ограда из проволоочных каркасов, заполненного камнями, связанных друг с другом и наложенных друг на друга пластинами для удержания инертного материала и живого растительного материала.

Применяется для стабилизации склонов, дренажа и удержания поверхностных стоков воды.

Используются для: защиты от камнепадов в качестве гравитационной удерживающей стены и структуры для стабилизации склонов; укрепления береговых линий, берегов водотоков, выравнивания каналов, земляных насыпей, запруд, противопаводковых дамб и т.д., а также для борьбы с эрозией и наводнениями.

Гравитационная подпорная стена из растительного габиона

Удерживающая стена – это структура, разработанная и построенная для того, чтобы противостоять давлению почвенного грунта.

Габион – это параллелепипедная структура, сделанная из металлической сетки, связанная с другими подобными контейнерами, формирующая монолитную структуру и заполненная камнями и зелеными черенками на месте использования.

Такого типа гравитационная габионная стена сочетает в себе структуру габионной стены вместе с живыми растениями.

Функция: стабилизация склонов и оползней, дренаж воды и восстановление растительного покрова. Камни внутри габиона предоставляют большую степень водопроницаемости по всей структуре, устраняя необходимость дренажной системы. Живой растительный материал, после того как он пустит корни и прорастет, будет содействовать общей консолидации склона (через корневую систему), имеет дренажный эффект и эффект эвапотранспирации.



с передней стороны, и концы должны соприкасаться с землей позади стены. Живые черенки необходимо покрыть тонким слоем земли, а затем утрамбовать, чтобы живые черенки были полностью в земле.

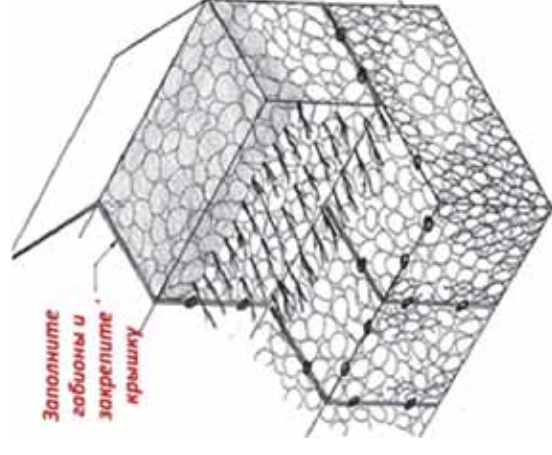
11) Если запланировано, выложите и свяжите между собой вторую линию габионов. Во время укладки вставляйте черенки деревьев, находящихся «в стячке» (например, черенки ивы) и грунт (приблизительно каждые 30 см).

12) Очень важно обратно засыпать почвой пространство позади габиона.

Меры предосторожности: храните черенки во влажном состоянии до посадки, храните их в тени или в свежей воде.

Меры ухода (первый год): полив в ходе конструкции сооружения и затем в течении первых недель в сухой сезон.

Дополнительные меры ухода: полив в критические периоды, регулярная подрезка (чеканка).



4) **Выравнивание** осуществляется путем установки съемной деревянной рамки с передней стороны.

5) Все габионы **должны быть связаны вместе** для того, чтобы не допустить смещения и разрушения структуры. Привязывайте проволоку к каждому углу смежного каркаса для того чтобы получить монолитную структуру.

6) С различными интервалами вставляются **укрепительные элементы** (внутренние соединения), с помощью проволочного бандажа, чтобы не допустить выпячивания передней части габиона.

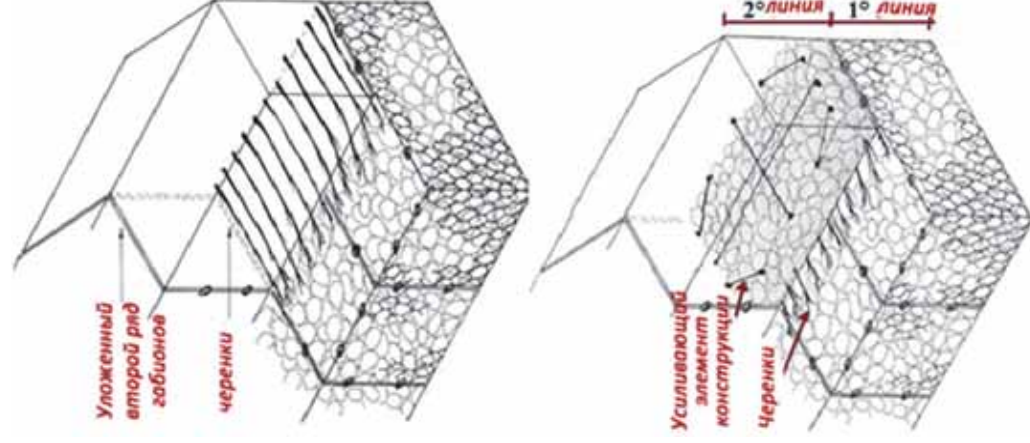
7) Для того, чтобы улучшить соприкосание с почвой, в углах структуры вбиваются **металлические стержни** и хорошо натягиваются.

8) После того, как собрано несколько габионов, начинается их наполнение.

Укладывайте камни вручную. Между слоями не должно быть больших пустот. Диаметр камней должен быть больше 10 см, чтобы камни не выпадали через сетку.

9) После того, как габионы будут полностью заполнены, крышку необходимо закрыть и закрепить железной проволокой.

Живые черенки укладываются после первой линии габионов на тонкий слой почвы. Во время укладки обратите внимание: верхушки черенков должны выступать



Преимущества: быстрый эффект консолидации, мало времени уходит на осуществление. Это очень гибкая структура, которая может противостоять без какой-либо серьезной деформации осадка и/или просадки грунта, в связи с эрозией, оползнями или же сейсмическими колебаниями. Обычно легко найти на месте подходящий живой растительный материал, с возможностью восстановления естественной среды обитания и надлежащего ландшафта. Эта конструкция может быть построена без какого-либо механического оборудования. Все стадии выкапывания земли и укладывания основы можно выполнить вручную. Это может стать основой для дальнейших мероприятий по биоинженерии.

Недостатки: заполнение и закрепление проволочных каркасов это трудоемкий процесс. Необходимо найти наполнительный материал на месте. При дизайне структурной стены необходимо получить одобрение квалифицированного инженера по геотехнике.

Живые габионы можно соорудить только в тот период, когда растения находятся «в спячке»: осенью (до того, как земля замерзнет) или весной (до облиствения).

Инструменты: лопаты, молотки, кирпичи, плоскогубцы, кусачки, измерительные метры

Материалы: шестигранные арматурные сетки («проволочный каркас») двойного плетения, гальванизированные (чтобы противостоять опасности давления и коррозии).

- оцинкованная мягкая железная проволока ($\varnothing 1 \text{ мм.}$);

- железные стержни (по усмотрению);

- деревянные рамки (по усмотрению);

- ветки или черенки автохтонных растений, легко пускающих корни (ива, за исключением сорта Salba, потому что они очень сильно разрастаются), как минимум 15 мм в диаметре. Длина этих черенков должна быть достаточной, чтобы соприкасаться с нижним слоем почвы позади габионов, и выступать из габионов на расстоянии 10-20 см, так что обычно они должны быть 1.5-2 метра длиной. Они вставляются через габионы по мере формирования стены.



Каменная засыпка – это крепкие износостойчивые камни среднего размера 100-200 мм. В норме допустимо 6% веса каменной засыпки при минимального величине в 100 мм.

Установка габиона

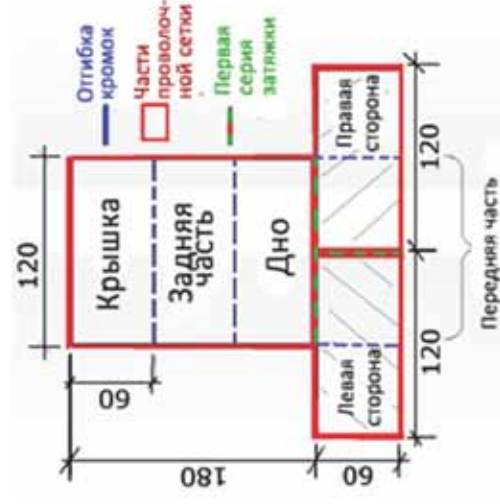
Проволочная сеть обычно продается в рулонах определенной высоты. Здесь приводятся размеры для рулона сетки высотой 1,2 м.

Габьоны имеют форму призмы, которую легко построить. Для того, чтобы получить окончательный размер $0.6 \times 0.6 \times 1.2$ м для каждого габьона, нам необходим один кусок сетки размером 1.2×1.8 м и два куска 1.2×0.6 м. В необходимо 3 метра сеточной проволоки. Для более крупных габьонов кубической м проволоочной сетки высотой 1.2 м.

До начала установочных работ, подготовьте все необходимые куски сетки и переплетите их, как указано на рисунке. Окончательная сборка должна происходить на месте укладки габионов.

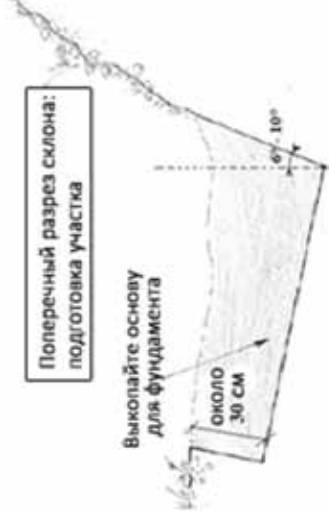
Строительство стенки

1. Подготовка участка – первым шагом надо очистить участок от растительности, камней, корней растений и т.д. Выкопайте в земле приблизительно наполовину высоты высотой 0,6 м).



1.2x1.8 м и два куска 1.2 x 0.6 м. Всего для одного призматического габриона необходимо 3 метра сеточной проволоки высотой 1.2 м.

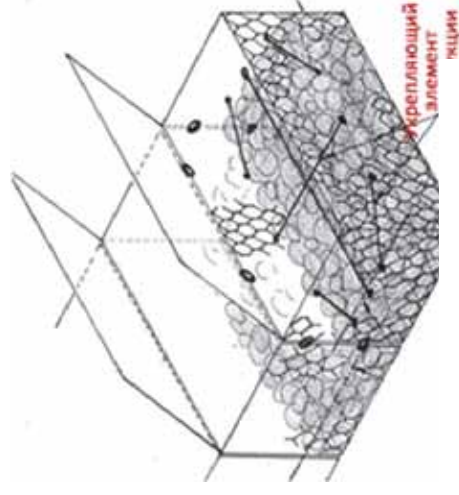
Для более крупных габионов кубической формы ($1,2 \times 1,2 \times 1,2$) вам необходимо 7,2 м проволоки сетки высотой 1,2 м.



длина и глубина основы должна быть немного больше, чем глубина и высота самой структуры (1.2 x 0.6м). Для придания дополнительной стабильности, установите подпорную гравитационную стенку из габиона под углом 6-10° по направлению к склону, который необходимо поддерживать. По этой причине участок для основы фундамента должен быть слегка наклонен в сторону склона (в сторону поддерживаемого склона), так, чтобы структура имела наклон (Горизонтальный:Вертикальный) в соотношении 1:6 - 1:10, чтобы добавить больше стабильности для структуры.

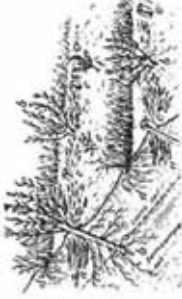
2. Фундамент (Основа) – обычно стенка

устанавливается непосредственно на выровненной почвенной основе. Для того, чтобы увеличить несущую способность, свести к минимуму дифференциальную осадку конструкции и/или обеспечить дополнительный дренаж, можно установить основной слой гранулированных камней, заполненный консистентным гранулометрическим материалом

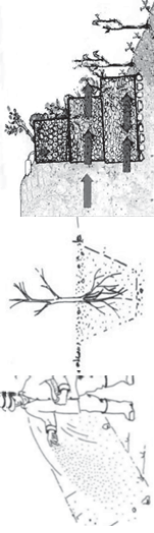


3. Окончательная сборка габионов на производятся месте укладки. В конечном положении незаполненные габионы укладываются близко друг к другу.

О био-инженерии и полевых инженерных сооружениях



Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти в местности (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), в соединении с техническими строительными материалами (сети, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонный (коренной) растительный материал, собранный рядом с местом сооружения конструкции или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Колья: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как иванка, тополь, туюльник и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок погибнет) и постарайтесь, чтобы по меньшей мере $\frac{1}{2}$ срезанного черенка находилось в земле.

ФУНКЦИИ

Прямые: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание мусора, удержание наносных пород, повышения проникающей способности).

Долгосрочные: корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (эвапотранспирация), производит дровоматериалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая италийская неправительственная организация (НПО).

CESVI осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: основная сфера осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения их социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация CESVI имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37
тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filippocrivellaro@cesviovverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта

Тел. +992 934098724

E-mail: dushanbe@cesviovverseas.org



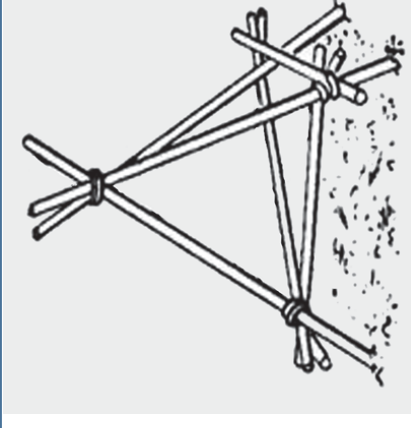
Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.



Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Техника полевых инженерных сооружений

Брошюра №7 ТРИПОД (ТРЕНОЖНИК) ДЛЯ РЕЧНЫХ РАБОТ



Трипод изготавливается из соединенных деревянных кольев, вкопанных в русле реки или на берегу. Применяется для защиты берегов рек или проведения небольших речных работ



Трипод для речных работ

Структура состоит из деревянных кольев, соединенных с помощью крепкой веревки или железной проволоки. Триподы устанавливаются в русле реки и конструкции можно придать устойчивость с помощью камней или бетонных блоков. Структуру можно обмотать защитной сетью.

Функции:

- Укрепление структуры берегов рек.
- Анкерное крепление для выполнения небольших речных работ.

Преимущества: легко собираемая, простая и малозатратная защитная структура для берегов рек. Легко соединять с габионами или матрасными структурами. Очень полезно при строительстве временного водозабора ирригационного канала; дает мощное анкерное крепление.



Триподная линия рядом с водозабором ирригационного кан



Недостатки: трудно устанавливать на каменистых берегах рек, короткая продолжительность функционирования структуры (2-3 сезона).



Нагруженная балластом и обернутая сеткой триподная структура

Инструменты: инструменты для разрезания кольев, плоскоголубцы, кусачки, кувалда, молоток. Крепкая веревка или проволока диаметром от 2,5-4 мм для связывания кольев.

Материалы: 3 деревянных кола Ø 13-20 см и длиной 1.8-2.20 м для структуры; 3 кола меньшего размера Ø 10-15 см и длиной 1.2-1.5 метра. Камни для балласта, железная сеть для обертывания.

Сооружение трипода:

1. Правильно выберите место для применения данной практики, с учетом направления речного потока.
2. Подготовьте участок, выровняв территорию и убрав крупные камни со дна реки.
3. Подготовьте колья, заострив нижнюю часть и закрепив верхнюю часть для лучшего погружения на дно реки.

4. Подготовьте углубление на берегу или на дне реки, учитывая расстойание.

5. Вбейте колья в подготовленные углубления. Если возможно, с помощью молотка вбейте колья поглубже в землю.

6. Свяжите верхние части кольев в один узел.

7. Соедините основания кольев на расстоянии около 40 см от земли, используя колья меньшего размера.

8. Закрепите основания кольев большими камнями и если необходимо, оберните эту структуру проволоочной сетью.



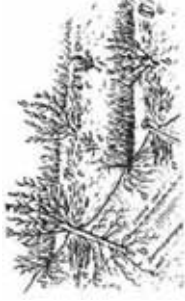
Трипод в начале линии растительного габиона

Меры предосторожности: выбирайте колья из тех сортов древесины, которые могут сохраняться в воде долгое время, (например, древесина каштанового дерева), работы проводите во время низкого уровня воды в реке.

Меры ухода: проверяйте соединения верхушки кольев и целостность сетки.



О био-инженерии и полевых инженерных сооружениях



Эти меры основаны на использовании материалов, которые можно найти в местности (такие как растения, семена, камни, земля и т.д.), в соединении с техническими строительными материалами (сетки, железные прутья и т.д.). Для структур почвенной биоинженерии используйте автохтонный (коренной) растительный материал, собранный рядом с местом сооружения конструкции или же из местных питомников. Широко используются черенки растений.



Копья: Ветви растений, легко пускающих корни (такие как ивняк, тополь, туюльник и облепиха), можно посадить в виде черенков длиной 30-60 см и диаметром от 3 до 5 см; возраст ветвей растений – от 1 до 6 лет. Сажайте черенки соответственно направлению роста (если в землю будет посажен неправильный конец, этот черенок потянется и постарается, чтобы по меньшей мере $\frac{1}{2}$ срезанного черенка находилось в земле.

ФУНКЦИИ

Прямые: Структурная функция – укрепление склона, снижение эрозии (снижение поверхностного стока воды/водных потоков, удержание мусора, удержание наносных пород, повышения проникающей способности).

Долгосрочные: корни механически укрепляют почву; растительный покров защищает почву, регулирует водный баланс (запотранспирация), производит древесные материалы/фрукты и увеличивает биоразнообразие.



Организация **CESVI** это нерелигиозная, независимая италийская неправительственная организация (НПО). **CESVI** осуществляет свою деятельность в Таджикистане с 2001 года: основная сфера осуществления проектных мероприятий – сельское хозяйство, управление водными ресурсами и развитие местной экономики, уделяя особое внимание уязвимому населению с целью улучшения их социально-экономических условий и жизненных стандартов.

Организация CESVI имеет три офиса в Таджикистане: в Душанбе, в Худжанде и в районе Ховалинг. В районе Ховалинг организация CESVI работает с 2004 года.

CESVI Таджикистан

Офис в городе Душанбе: ул. Бузургзода 37

тел. +992 37 224 67 28

E-mail: filippocrivellato@cesviovverseas.org

Офис в Ховалинге: ул. 8 марта

Тел. +992 934098724

E-mail: dushanbe@cesviovverseas.org



Эта публикация была подготовлена и издана при содействии Европейского союза. Содержание этой публикации является исключительной ответственностью CESVI и исполняющего партнера и ни в коем случае не рассматривается как отражение взглядов Европейского союза.

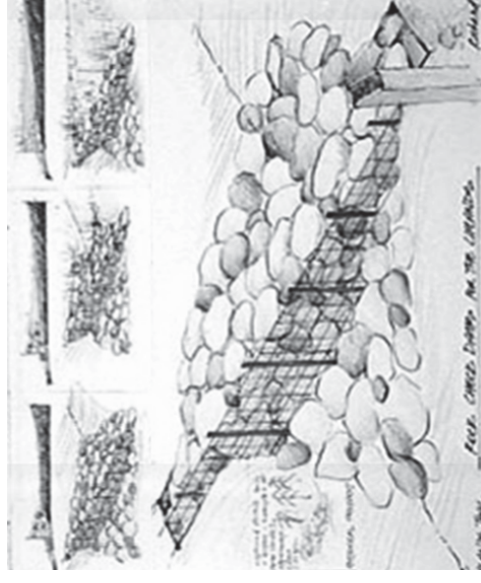
<http://www.cesvi.com>



Финансируемый ЕС проект «Уменьшение деградации земель и предотвращение опустынивания путем развития рационального управления природными ресурсами в Таджикистане».

Техника полевых инженерных сооружений

Брошюра №8 ПРОТИВОПАВОДКОВЫЕ ДАМБЫ



Противопаводковая дамба - это структура, изготовленная для защиты территории вниз по течению от камнепадов или для снижения овражной эрозии и увеличения осадочных отложений.

Применяется для защиты склонов и прибрежных полос.



Противопаводковые дамбы и укрепленные противопаводковые дамбы

Структура состоит из грунтовых насыпей на различных участках ложины. Низовая сторона может быть укреплена с помощью железных стержней или деревянных кольев. На склонах можно применять связующие стержни (анкерные крепления).

Функции:

- Защита территории вниз по течению.
- Снижение овражной эрозии.
- Способствует отложению наносов).

Преимущества: легкая конструкция, простая и малозатратная мера вмешательства. Необязательно участие квалифицированных рабочих. Помогает в предотвращении овражной эрозии.



Укрепленные противопаводковые дамбы для предотвращения овражной эрозии

Недостатки: цена сооружения может намного увеличиться, если на участке нет нужных камней.



Противопаводковая дамба у русла реки

Инструменты: инструменты для выкапывания траншей, ручная тележка, плоскогубцы, кусачки, молоток.

Материалы: камни для тела плотины, железные стержни или колья для укрепления, проволока для соединения.

Сооружение:

1. Выберите соответствующим образом место для осуществления этой меры вмешательства, учитывая направление потока и возможный уровень эрозии.
2. Подготовьте хороший участок для фундамента и выкопайте достаточно глубоко с обеих сторон для установки сильных подпор.
3. Соберите камни и подвезите их ближе к участку.
4. В случае сооружения укрепленной дамбы вбейте железные стержни или колья на соответствующем расстоянии и установите горизонтальный компонент.

<http://www.cesvi.com>



5. Заполните тело дамбы, позаботьтесь о том, чтобы более крупные камни были уложены у основания.

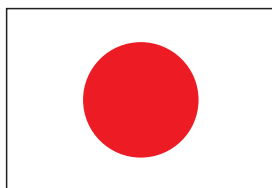


Укрепленная противопаводковая дамба для защиты склона

Меры предосторожности: собирая камни на склоне, примите меры к тому, чтобы ваши действия не привели к оползну.

Меры ухода: проверьте, чтобы эрозия не прошла под фундаментом или по стороне плотины.

Растительная противопаводковая дамба. При укреплении противопаводковой дамбы можно использовать живой растительный материал для прорастания, где проросшие корни могут укрепить почву.



*Empowered lives.
Resilient nations.*

Данная публикация подготовлена при финансовой поддержке Правительства Японии в рамках Программы ПРООН по Управлению Риском Стихийных Бедствий.

Содержание публикации может не отражать взгляды Программы Развития Организации Объединенных Наций, ее Исполнительного Комитета или ее государств-участников.

This publication has been produced with the financial support of the Government of Japan in the frame of UNDP Disaster Risk Management Programme.

The content of this publication does not necessarily reflect the views of the United Nations Development Programme, its Executive Board or its Member States.