

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 7th International Conference

Chengdu, China, 23–27 September 2024



Edited by
S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC
Moscow
2024

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
7-й Международной конференции

Чэнду, Китай, 23–27 сентября 2024 г.



Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева

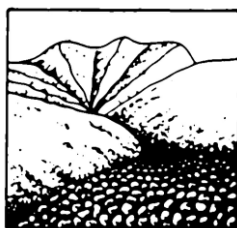
ООО «Геомаркетинг»
Москва
2024

泥石流： 灾害、风险、预测、防治

會議記錄

第七届国际会议

中国成都, 2024年9月23日至27日



編輯者

S.S. Chernomorets, K. Hu, K. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC

莫斯科

2024

УДК 551.311.8
ББК 26.823
С29

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). – Ed. by S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva. – Moscow: Geomarketing LLC. 622 p.

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 7-й Международной конференции (Чэнду, Китай). – Отв. ред. С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева. – Москва: ООО «Геомаркетинг», 2024. 622 с.

泥石流：灾害、风险、预测、防治。 會議記錄 第七届国际会议. 中国成都。 編輯者 S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva. – 莫斯科: Geomarketing LLC. 622 p.

ISBN 978-5-6050369-6-8

Ответственные редакторы: С.С. Черноморец (МГУ имени М.В. Ломоносова), К. Ху (Институт горных опасностей и окружающей среды Китайской академии наук), К.С. Висхаджиева (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Edited by S.S. Chernomorets (Lomonosov Moscow State University), K. Hu (Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS), K.S. Viskhadzhieva (Lomonosov Moscow State University).

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).

Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman's book on Debris Flows (Moscow: Geografgiz, 1951, p. 51).

© Селевая ассоциация

© Debris Flow Association



Особенности комплексного мониторинга селевой опасности для обоснования инженерной защиты (на примере юго-восточного Крыма)

Т.А. Иваненко, Н.М. Ветрова, А.А. Гайсарова

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, sapronovat@mail.ru

Аннотация. В публикации рассмотрены территориальные особенности формирования селевых процессов Республики Крым. Описаны факторы формирования селевой опасности, приведена характеристика селевых потоков, формирующихся в Крыму. Цель работы – обоснование эколого-инженерных решений реконструкции противоселевых гидротехнических сооружений селеопасных бассейнов рек Крыма. Объект исследований – Юго-Восточный селевой район. Задачи исследования: изучить условия формирования селей Крыма; рассмотреть существующие методы исследования селевой опасности; охарактеризовать современное состояние противоселевых сооружений и разработать рекомендации по их восстановлению.

Ключевые слова: селевой поток, наблюдения, твердая составляющая

Ссылка для цитирования: Иваненко Т.А., Ветрова Н.М., Гайсарова А.А. Особенности комплексного мониторинга селевой опасности для обоснования инженерной защиты (на примере юго-восточного Крыма). В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 7-й Международной конференции (Чэнду, Китай). – Отв. ред. С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2024, с. 212–223.

Features of integrated monitoring of debris flows hazard to justification for engineering protection (a case study of South-Eastern Crimea)

T.A. Ivanenko, N.M. Vetrova, A.A. Gaysarova

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, sapronovat@mail.ru

Abstract. The publication examines the territorial features of the formation of debris flow processes in the Republic of Crimea. The factors for the formation of debris flow hazard are described, and the characteristics of debris flows forming in Crimea are given. The purpose of the work is to substantiate environmental and engineering solutions for the reconstruction of anti-debris flow hydraulic structures in debris flow-prone river basins of Crimea. The object of research is the South-Eastern debris flow area. Research objectives: to study the conditions for the formation of debris flows in Crimea; consider existing methods for studying debris flow hazards; characterize the current state of anti-debris flow structures and develop recommendations for their restoration.

Key words: debris flow, observations, solid component

Cite this article: Ivanenko T.A., Vetrova N.M., Gaysarova A.A. Features of integrated monitoring of debris flows hazard to justification for engineering protection (a case study of South-Eastern Crimea). In: Chernomorets S.S., Hu K., Viskhadzhiyeva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). Moscow: Geomarketing LLC, 2024, p. 212–223.



Введение

Реконструкция и строительство объектов инженерной защиты на территории Республики Крым являются одним из приоритетов программ развития, поскольку научные исследования по проектам, проведенные на протяжении многих лет, показали, что эта территория все больше подвержена влиянию природных факторов окружающей среды и техногенной деятельности человека. Правильное инженерное решение должно выбираться с учетом природных характеристик территории, ее использования человеком или потребностями и доступностью материалов. Также важно уменьшить любые неблагоприятные последствия, вызванные выполнением работ при осуществлении инженерной защиты.

В связи с экологической нагрузкой на прибрежные территории со стороны как хозяйственной деятельности, так и экзогенных процессов, протекающих на данной территории, особую актуальность приобретают комплексные исследования состояния прибрежной зоны и способов эффективной инженерной защиты и сохранения береговой линии. При этом инженерные сооружения оказывают значительное воздействие на природную среду с одной стороны, а с другой – их состояние влияет на рекреационное использование территорий, поскольку если инженерные сооружения разработаны и эксплуатируются в соответствии с объективно существующими закономерностями природных комплексов, то они оказывают стабилизирующее воздействие на экологическое состояние территории и способствуют эффективной рекреации.

В рассматриваемом регионе – Республика Крым – проявляется комплекс природных факторов экологии побережья, к которым относятся и селевые процессы.

Водные потоки, насыщенные грязекаменным материалом (селевые потоки), как один из видов опасных экзогенных процессов, являются результатом сочетания следующих факторов – рыхлообломочного материала (раздробленные частицы осадочных пород, накопления техногенного грунта, размещенного на участках склонов притоков и в руслах селеопасных водотоков) и ливневых вод и талых осадков. Поэтому актуальным и необходимым для прогнозирования селевой опасности является получение одновременно данных о накоплении и перемещении обоих составляющих в пространстве и времени, поскольку постоянно меняется состояние притоков и главного русла селеопасных рек в результате ослабления и разрушения противоселевых инженерных объектов, изменение местоположения и объема рыхлообломочного материала на всей протяженности русла, значительные деформации склонов, берегов и русла, и прочие процессы. Данные явления являются основой для продолжения наблюдений и проведения дополнительных исследований с целью конкретизации и углубления знаний об условиях формирования и особенностях движения селевых потоков. При этом условия и факторы накопления рыхлообломочного материала являются второй главной составляющей формирования селевых потоков, поэтому требуют особого внимания. Дополнительно требуется провести инвентаризацию состояния селезащитных сооружений, являющихся одним из основных мероприятий по снижению неблагоприятных последствий и улучшению обстановки на территории исследуемого региона. Поэтому систему комплексного экологического мониторинга необходимо дополнить показателями накопления рыхлообломочного материала (твердой составляющей) селевых потоков.

Краткий обзор проблемы

Комплексные наблюдения и анализ селевых процессов на территории Российской Федерации имеют более короткий период, чем на территории Европы и Азии. Гидрометеорологическая служба (ГМС) СССР была первой организацией, начавшей организованные и систематические исследования селевых процессов, начатые в 1954 г., в рамках выполнения различных работ Министерством геологии (МГ) СССР комплексные исследования начаты с 1964 г. Уже в 1971 г. вышли первые публикации методических указаний по исследованию селевых процессов, а в 1976 г. вышло



«Методическое руководство по комплексному изучению селей» и «Руководство по изучению селевых потоков» соответственно под редакцией М.В. Чуринова, А.И. Шеко и Ю.Б. Виноградова, в которых рассматривались гидрологические, метеорологические, геологические особенности формирования селей и методические положения по их изучению. В 1970 г. и 1981 г. опубликованы обобщающие труды по динамике селевых процессов («Сели» под ред. С.М. Флейшмана) и работа, посвященная закономерностям и прогнозу селей («Закономерности формирования и прогноз селей» под ред. А.И. Шеко). Вопросы формирования селей, методики режимных наблюдений, прогнозирования активизации селевых процессов рассматриваются в теоретических и методических работах В.С. Круподерова, А.И. Шеко и др. [Луцкий, 2017].

Основные параметры и показатели комплексного экологического мониторинга селевых районов представлены на рис. 1.

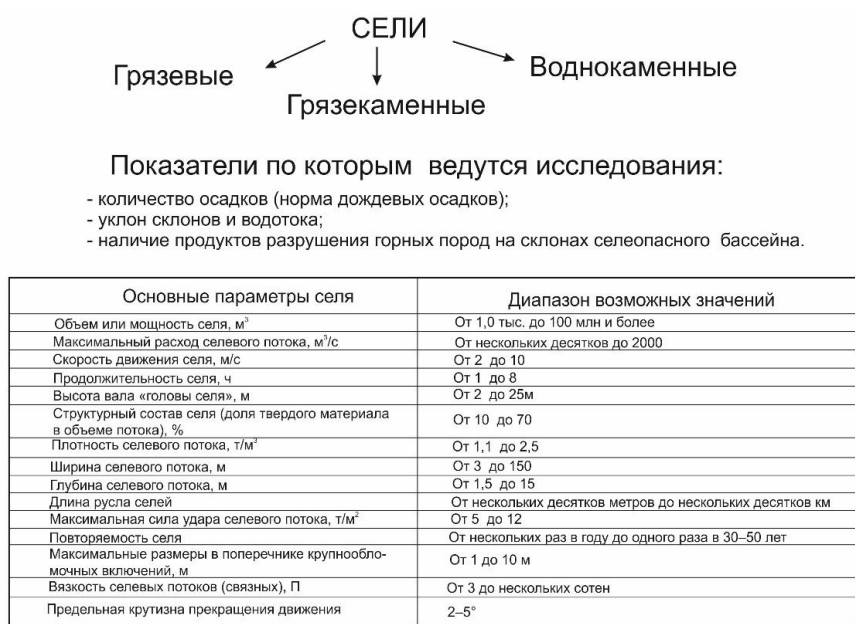


Рис. 1. Параметры комплексного экологического мониторинга селевых районов

Крымское гидрометеобюро под руководством Б.М. Гольдина начало систематические исследования селеопасных районов Крыма с 1955 г. Параллельно начаты исследования и Крымской горнолесной опытной станцией под руководством А.Н. Олиферова и Крымским филиалом АН УССР под руководством Б.И. Иванова. В конце 1950-х – 1960-х гг. работами Н.М. Горшенина, А.Ф. Полякова, А.Н. Олиферова, М.М. Айзенберга, О.В. Чубатого, П.И. Молоткова подтверждена эффективность внедрения защитных противоэрозионных лесонасаждений и влияние сплошной рубки кустарников на активизацию процессов селеобразования. Непрерывные исследования условий формирования селей и разработка селезащитных мероприятий в Крыму начались после принятия Постановления от 7 октября 1963 г. «О мерах борьбы с селевыми потоками и паводками в горных районах Украинской ССР», в соответствии с которым обобщены и систематизированы сведения о формировании селей и разработан первый кадастр селей. В основу кадастра были положены сведения о селевых реках и временных водотоках горных районов Крыма и Карпат Украины, реках Украины.

Большой вклад в изучение формирования селей в Крыму внесли обобщения и систематические наблюдения за возникновением и прохождением паводков, особенно на малых реках, результаты прогнозирования, которые были опубликованы в разные годы Б.М. Гольдиным, Б.И. Ивановым, А.Н. Олиферовым, З.В.Тимченко и другими учеными.



В пределах селевых районов Крыма (Юго-Западного, Юго-Восточного, Восточного и Северного) гидрометеорологической службой, в конце 1960-х гг., были организованы стационарные наблюдения за формированием водной составляющей и прохождением селей. Работы выполнялись Институтом минеральных ресурсов и производственными организациями до начала 1980-х гг. Результаты этих работ и анализ состояния режимной сети наблюдений за ЭГП, в том числе и селями, приводились в публикациях и других работах [Луцкич, 2017].

За последние 30 лет, в связи с полным разрушением противоселевых сооружений, накоплением и перемещением твердого рыхлообломочного материала, значительными деформациями склонов и др. явлениями, необходима обновленная комплексная оценка факторов формирования селей и состояния селезащитных сооружений, являющихся показателями уровня целесообразности применения определенного их вида [Иваненко, 2017].

Продолжение изучения изменений условий формирования селей под влиянием природных и техногенных факторов, позволяет обосновать возможность применения методического подхода вероятностной оценки селевой опасности, создания картографической модели селевой опасности по условиям накопления твердой составляющей селей, для выбора мест расположения пунктов наблюдения при развитии сети комплексного экологического мониторинга на примере Юго-Восточного селевого района Крыма.

Обзор исследования и результаты

В Горном Крыму существуют четыре селевых района, с различными условиями формирования селевых потоков (рис. 2). Поскольку горная часть Республики Крым является одним из основных рекреационно привлекательных регионов с интенсивным инженерным освоением береговой зоны, поэтому актуальным и необходимым для предотвращения селевой опасности является одновременно получение данных о накоплении и перемещении селей и восстановлении противоселевых сооружений.

На актуальность исследований селей указывают результаты анализа паводков и состояния мероприятий по противоселевой защите в Юго-Восточном селевом районе. В исследуемом регионе последний мощный селевой паводок прошел по р. Ворон в 1998 г. По результатам проведенного обследования установлено, что он является достаточно характерным. В результате прохождения селевого паводка был разрушен водомерный пост. Рассчитанные расходы, определенные сотрудниками Крымского центра по гидрометеорологии, достигали $70 \text{ м}^3/\text{с}$. Особенностью прошедшего селевого потока была переменная концентрация наносов – поток то превращался в типичный сель, то двигался как водный паводок [Олиферов, 2005].

Основным критерием деления на подрайоны по степени селевой опасности было соотношение количества селевых и неселевых русел, объем селевых выносов и повторяемость селей.

Наиболее активным является Юго-Восточный селевой район это низкогорная, очень расчлененная, засушливая, маловодная часть южного склона Главной гряды, занимающая территорию от Алушты до Судака [Иваненко, 2017].

К числу наиболее селеопасных рек района относятся Ускут, Арпат, Шелен, Ворон и Ай-Серез, в каждый из водотоков впадает от 4 до 14 селеопасных балок (рис. 3). Частота прохождения селей в Юго-Восточном селевом районе самая высокая в Крыму от 3 до 10 лет. Преобладают водно-каменные сели, которые заносили виноградники, сады, огороды, разрушали мосты, дороги, деформировали берега, создавали угрозу рекреационным объектам и даже являлись причинами гибели людей [Иваненко, 2017]. Сели не только нарушают состояние окружающей среды, но и опосредованно, повышают существующую 8–9 балльную сейсмическую опасность. Поэтому селезащитным мероприятиям постоянно уделялось много внимания.

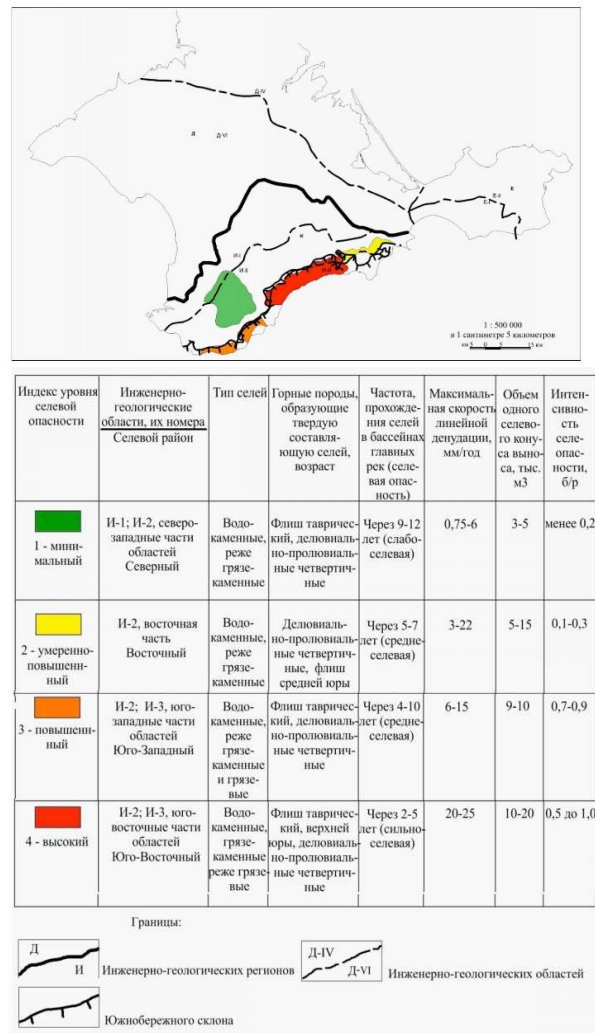


Рис. 2. Картографическая модель селевой опасности Республики Крым

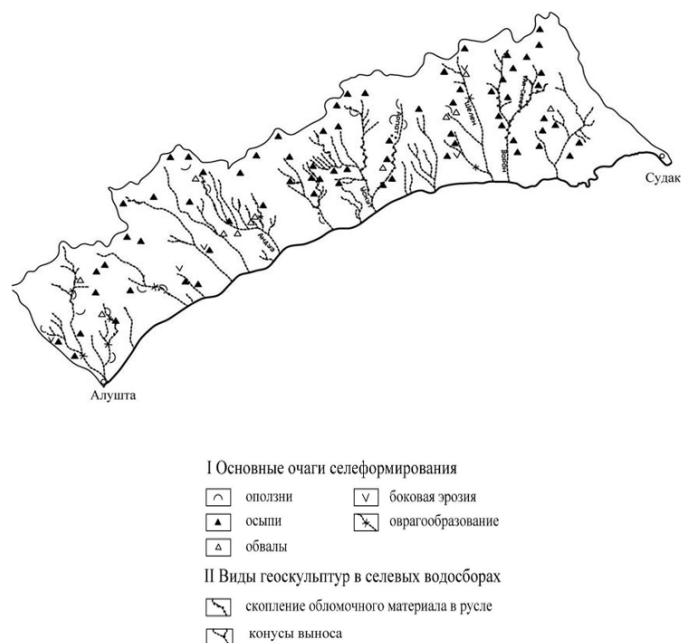


Рис. 3. Карта-схема селеопасных водотоков юго-восточного района Республики Крым



Отсутствие временной синхронности между наблюдениями за жидкой и твердой составляющей селей затрудняет их прогнозирование. На необходимость оценки селевой опасности указывают состояние защитных сооружений, эрозионные процессы в бассейнах рек Ускут, Ворон, Ай-Серез и др., а также паводок на р. Суук-Су в августе 2017 г., где скорость водного потока достигала селевой. Это хорошо прослеживается по фотоснимкам (различные фрагменты результатов паводка, разрушения, вызванных им). Несмотря на то, что паводок этот не был селевым, в устье реки Суук-Су произошли разрушения пляжных сооружений и образовался конус выноса (таблица 1).

Таблица 1. Краткая характеристика последствий селевых потоков в юго-восточном селевом районе

№ п/п	Реки	Количество селевых притоков, шт.	Тип прошедших селей	Количество зафиксированных селей, шт.	Последствия прохождения селевого потока
1	р. Арпат (приток р. Ускут)	14	Водно-каменный	2	Смыв и покрытие рыхлообломочным материалом виноградников и табачных плантаций
2	р. Шелен	11	Водно-каменный	6	Смыв и покрытие рыхлообломочным материалом виноградников и табачных плантаций
3	р. Ускут	10	Водно-каменный	4	Смыв и покрытие рыхлообломочным материалом виноградников и табачных плантаций
4	р. Ворон	10	Водно-каменный	3	Смыв и покрытие рыхлообломочным материалом виноградников, садов, разрушение ГТС
5	р. Ай-Серез приток р. Ворон	4	Водно-каменный	6	Смыв и покрытие рыхлообломочным материалом виноградников, садов, приусадебных участков, глубокие эрозионные врезы водотока
6	р. Суук-Су	4	Водно-каменный	1	Накопление и покрытие рыхлообломочным материалом дороги, территории жилой застройки, пляжных сооружений

Исследования и расчеты, проведенные авторами, еще раз подтверждают данные А.Н. Олиферова и др., что в Горном Крыму преобладают водо-каменные сели, грязекаменные и грязевые возникают редко. Объемная масса селевого потока достигает $1,1 \text{ кг/м}^3$ и более. Средняя скорость потока составляет, как правило, 2–4 м/с и лишь в единичных случаях 5 м/с. Преобладают в Крыму сели малой мощности, со средним объемом выноса за один сель не более 10–20 тыс. м^3 . Обычно они проходят одним валом, внезапно и в большинстве случаев сопровождаются заторами.

В таблице 2 приводится частота проявления селей в бассейнах водотоков исследуемой территории.



Таблица 2. Частота проявления селей исследуемой территории

Реки и балки, по которым проходят сели	Максимальный межселевой период, годы
Реки	
Кутлак	2
Шелен	3
Ускут, Арпат, Семидворье (Едыфлер)	4
Ай-Серез, Таракташ (Суук-Су)	5
Андуз, Ворон	6
Улу-Узень (Биюк-Узень)	7
Демерджи	16
Орта-Узень	28
Узень (Аян-Дере)	33
Таракташ (Суук-Су)	100
Балки и овраги	
б. Туакская, овр. Ставлухар, б. Алака (Сотера), б. Канака	2
Куркулет (Черреке-Узень, Подгорная)	3-4
б/н (Вереси, Кастель)	7

Юго-восточный район бассейнов рек и овражно-балочной сети восточной части южнобережного склона Главной горной гряды отличается развитием более крупных водосборов с разветвленной сетью притоков и овражно-балочных систем в широком верхнем и среднем поясах склона, сложенных флишевыми, главным образом таврическими отложениями и конгломератами верхней юры. Большая разработанность долинно-балочной сети, отсутствие резких перепадов тальвегов, почти полное обезлесение водосборов, фрагментарность почвенного покрова способствуют интенсивному выветриванию дислоцированных, трещиноватых, тонкослоистых песчаниково-сланцевых отложений и систематическому поступлению мелкоглыбовой и щебнистой фракций в пролювий и аллювии, заполняющий широкие днища долин и балок.

Бассейны, отнесенные к селеопасным, имеют следующие характерные признаки:

- небольшая площадь водосбора;
- значительные уклоны тальвегов, крутые склоны;
- изреженность растительного покрова;
- легко поддающиеся выветриванию горные породы;
- скопление обломочного материала на склонах и в русле, конусы выноса.

Отличительной особенностью селевого потока является заторный характер его движения. В этом случае при прорыве заторов максимальные расходы могут многократно возрастать. Заторы на селевых водотоках в Крыму могут возрастать в результате нагромождения камней в местах крутых поворотов, резких сужений и изменений русла. Достаточно часто заторы возникают при загромождении русла оползнями, как это было в овраге Ставлухар (приток р. Ускут), осыпями и конусами выноса из боковых притоков [Титоренко, 2011]. Для района типична большая пестрота в размещении локальных участков формирования транзита и отложения селевых наносов в связи со значительным расчленением, местами достигающим до стадии бедленда («дурные земли»). Местные базисы эрозии на участках впадения овражно-балочных систем в долины главных рек обычно перекрыты отложениями конусов селевых выносов. В связи с этим в ряде долин отмечается периодическое переотложение аллювиально-пролювиальных отложений, мигрирующих во время локальных селевых паводков вниз по долинам, а во время выпадения значительных осадков — до самого взморья.

Так же одним из ведущих факторов, влияющих на селеопасность бассейнов рек, является растительность, которая играет стабилизирующую роль. Значительная вырубка леса активизирует селевые процессы. Исследования различных лет показывают, что



вокруг населенных пунктов в бассейнах наиболее селеопасных рек, в том числе в бассейне реки Шелен, ведется стихийная интенсивная заготовка дров для отопления.

Так же важным аспектом является активная хозяйственная деятельность на склонах водосборных бассейнов селеопасных рек. К главным негативным факторам – рубке редких древесно-кустарниковых насаждений и неконтролируемому выпасу коз и овец, добавляется вовлечение и захват водными потоками вскрышных пород и продукции карьеров. Дополнительный риск представляют неустойчивые грунтовые плотины, неправильно спроектированные или выполненные из неплотного материала или селевой поток заполняя мостовой переход, создает дополнительный затор.

Главная задача при обосновании и подборе противоселевых сооружений, их протяженности и местоположения — это расчет и определение максимальных величин модуля твердого стока, $\text{м}^3/\text{км}^2$. В основу расчета положены результаты наблюдений: максимального модуля стока, определенного на основе суточного максимума осадков, при интенсивном ливне и установленной площади водосбора, рассчитанный коэффициент рельефа и индекс покрытия растительностью. Так же, для обоснования противоселевых сооружений необходимы сведения о характерных параметрах водосборного бассейна, количестве и интенсивности ливневых осадков, типе растительности в пределах исследуемого бассейна. Модуль твердого стока является одним из основных критериев для оценки уровня селевой опасности на определенный период и совместно с показателями пораженности ЭГП, исследуемого бассейна, входит в состав критериев оценки эколого-геологических условий в его пределах. Важнейшим показателем для расчетов противоселевых сооружений являются данные о параметрах селей, которые трудно определить даже на оборудованных специальных пунктах. Объемы селевых выносов изменяются в широком диапазоне. Например, в бассейне р. Ай-Серез объемы выносов из балок составляли 553,8–2930 м^3 (по данным таблицы 3).

Таблица 3. Краткая характеристика основных селеопасных водотоков в Юго-Восточном селевом районе*

Параметры селеопасных водотоков	р. Ускут	р. Арпат	р. Шелен	р. Ворон	р. Ай-Серез	Прим.
1. Природные						
1.1. Практически, не изменяющиеся во времени и пространстве – геологические:						
Литология	+	+	+	+	+	–
Условия залегания (стратиграфия)	+	+	+	+	+	–
Структурно-тектонические условия	+	+	+	+	+	–
1.2. Слабо изменяющиеся во времени и пространстве – геоморфологические:						
Характерные для района Максимальные/ минимальные отметки – 500/0,4 м	+	+	+	+	+	–
Характерное для района горизонтальное расчленение рельефа составляет 4,0–5,5 $\text{км}/\text{км}^2$	+	+	+	+	+	–



Параметры селеопасных водотоков	р. Ускут	р. Арпат	р. Шелен	р. Ворон	р. Ай-Сerez	Прим.
Характерная для района глубина расчленения рельефа достигает 25–400 м	+	+	+	+	+	–
1.3.1. Слабо изменяющиеся во времени и пространстве – гидрологические параметры рек:						
Общая длина русла (от истоков до устья), L / от верховья до контрольного поста, L ₁ , км	11,0/7,8	10,0/1,3	10,0/3,0	16,0/7,6	9,4/6,5	–
Падение, от истока до устья, Н / до контрольного поста, Н ₁ , м	500,0/430,0	483,0/160,0	350,0/190,0	750,0/530,0	280,0/200,0	–
Средний уклон от истоков – $i_{ср}$ до устья / $i_{ср.1}$ до контрольного поста, м/км	45,5/55,1	48,3/12,3	35,0/63,3	46,9/69,7	29,8/30,8	–
Извилистость	1,1	–	–	–	–	–
1.3.2. Слабо изменяющиеся во времени и пространстве – гидрологические параметры водосборных бассейнов:						
Площадь всего бассейна F, км ²	75,7	28,1	42,0	52,0	20,6	–
Средняя высота водосбора H _{ср} , м	390,0	720,0	560,0	500,0	480,0	–
Площадь до контрольного водопоста F ₁ , км ²	Приветное, 42,3	Зеленогорье, 7,1	Громовка, 16,2	Ворон, 10,3	Междуречье, 12,8	–
Количество селевых притоков, шт.	10	14	11	10	4	–
Местоположение истока /впадения	Караби яйла, ЮВ склон, высота ~ 500 м / Черное море в 3 км от с. Приветное	Источник Филин-Чокрак в 2,5 км СЗ с. Зеленогорье / р. Ускут в 1,8 км от устья	Главная гряда Крымских гор, Ю склон, высота – 650 м, 4 км от с. Громовка / Черное море в 1,5 км Ю с. Морское	Из родника на ЮВ склоне горы Ливаз-Кая на высоте 650 м, впадает в Черное море в 2 км ЮЗ с. Морское	р. Ворон, левый приток, впадает в 6 км от устья, Ю склон хребта Хамбал на высоте 600 м	–
Превышение уклона в верховьях над уклоном в нижнем течении	3,3	–	8,3	6,7	–	–
1.4. Изменяющиеся в пространстве и времени:						
1.4.1. Климатические – осадки (более 50 мм в летний период)	+	+	+	+	+	–



Параметры селеопасных водотоков	р. Ускут	р. Арпат	р. Шелен	р. Ворон	р. Ай-Серез	Прим.
Периоды наблюдений, годы/ количество прохождения селей, шт.	1905– 1955/4	1948– 1956/2	1948– 1964/6	1948– 1958/3	1948– 1964/6	Ско- рость селей 1– 4 м/с
Тип селей	водно- камен- ные	водно- каменные	водно- каменные	водно- каменные	водно- каменные	–
1.4.2. Гидравлические – среднегодовалый расход воды, Q на посту / Q ₁ в устье, м ³ /с	0,11/ 0,09	0,03/ 0,04	0,042/ 0,05	0,028/ 0,06	0,015/ 0,04	–
Обобщенные максимальные сточные расходы в холодный период Q _х / Q _т в теплый период на постах, м ³ /с	3,8/17,3	0,67/ 3,57	2,48/ 9,52	1,26/ 15,7	3,18/ 25,7	–
Модули стока М (М _{макс.} /М _{мин.}) на постах, дм ³ /с·км ²	2,6 / (11,1– 0,026)	5,88/ (29,5– 1,34)	2,59/ (9,5–0,337)	2,72/ (12,6–0)	1,17/ (4,68–0)	–
Обеспеченность максимальных сточных расходов в холодный период P _х / P _т в теплый период на постах, %	11,1/ 10,0	14,3/ 16,7	7,7/7,7	9,1/10,0	9,1/7,7	–
2. Продолжитель- ность расчетных периодов наблюдений N, лет	31 (1964– дейст- вует)	20 (1965– 1988)	22 (1965– 1988)	31 (1964– действует)	35 (1964– дейст- вует)	–
3. Годы максимальных/ минимальных среднегодовых расходов рек ЮБК	1950, 1953, 1956, 1959, 1962, 1965, 1968, 1970, 1973, 1977, 1981, 1988, 1992, 1997/ 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1964, 1966, 1969, 1972,	1950, 1953, 1956, 1959, 1962, 1965, 1968, 1970, 1973, 1977, 1981, 1988, 1992, 1997/ 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1964, 1966, 1969, 1972,	1950, 1953, 1956, 1959, 1962, 1965, 1968, 1970, 1973, 1977, 1981, 1988, 1992, 1997/ 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1964, 1966, 1969, 1972,	1950, 1953, 1956, 1959, 1962, 1965, 1968, 1970, 1973, 1977, 1981, 1988, 1992, 1997/ 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1964, 1966, 1969, 1972,	1950, 1953, 1956, 1959, 1962, 1965, 1968, 1970, 1973, 1977, 1981, 1988, 1992, 1997/ 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1964, 1966, 1969, 1972,	–



Параметры селеопасных водотоков	р. Ускут	р. Арпат	р. Шелен	р. Ворон	р. Ай-Сerez	Прим.
	1976, 1978, 1989, 1991, 1994, 1999	1976, 1978, 1989, 1991, 1994, 1999	1976, 1978, 1989, 1991, 1994, 1999	1976, 1978, 1989, 1991, 1994, 1999	1976, 1978, 1989, 1991, 1994, 1999	
Последствия селя	Смыв и покрытие рыхло-обломочным материалом виноградников и табачных плантаций	Смыв и покрытие рыхло-обломочным материалом виноградников и табачных плантаций	Смыв и покрытие рыхло-обломочным материалом виноградников	Смыв и покрытие рыхло-обломочным материалом виноградников, садов, разрушение ГТС	Смыв и покрытие рыхло-обломочным материалом виноградников, садов и приусадебных участков, сильный эрозионный врез водотока	–

*Выполнено авторами по материалам [Олиферов, 2007; Тимченко, 2012 и др.].

Выводы

Обобщая теоретические материалы и проведенные исследования, можно сделать вывод что, одной из главных целей организации наблюдений в селеопасных районах является создание пунктов для получения необходимых расчетных параметров.

На основании выполненных исследований установлено следующее.

1. Противоселевая система, созданная в 1960–1970-х гг. в Крыму, преимущественно состоящая из гидротехнических сооружений, практически повсеместно требует переоборудования, с учетом изменений условий формирования селей за последние четверть века.

2. Все это требует организации изучения селей и состояния селезащитных мероприятий (сооружений) с учетом произошедших изменений.

3. При обосновании заложения наблюдательных пунктов за накоплением твердой составляющей селей, необходимо учитывать все факторы их формирования как природные, так и техногенные.

Список литературы

- Ветрова, Н.М. Обеспечение экологической безопасности рекреационного региона [Текст] / Н.М. Ветрова, С.И. Федоркин. – Симферополь.: ИТ «АРИАЛ». – 2012. – 294 с.
- Виноградов, Ю.Б. Этюды о селевых потоках. / Ю.Б. Виноградов -Ленинград: Гидрометеиздат.1980.– 144 с.
- Власов, А.Ю. Селевые явления и противоселевые мероприятия в США / А.Ю. Власов // Обзорная информация № 15. – М., ЦБНТИ Минводхоз СССР, 1976. – 43 с.
- Круподеров, В.С. Региональное изучение и прогнозирование изменений геологической среды /В.С. Круподеров //Методы регионального инженерно-геологического прогнозирования. Сб. научн. тр. ВСЕГИНГЕО. – М., ВСЕГИНГЕО. – 1989 – С. 8–16.



- Круподеров, В.С., Экологическая опасность экзогенных геологических процессов / В.С. Круподеров, А.И. Шеко // Международная конференция на пороге XXI века. Тезисы докладов. – Санкт-Петербург: РАН. – 1999. – С. 213–214.
- Круподеров, В.С., Экологическое состояние геологической среды России. / В.С. Круподеров, Г.С. Вартамян, В.В. Куренной, А.М. Лыгини и др. // Геоэкологические исследования и охрана недр. Научно-технический информационный сборник. – М., АО «Геоинформмарк». – 1994, Вып. 2. – С. 3–15.
- Лущик, А. В. Мировой и Крымский опыт противоселевой защиты / А. В. Лущик, М. А. Лущик, Т. А. Иваненко // Экономика строительства и природопользования. – 2017. – № 1(62). – С. 50–56. – EDN ZFVTDL.
- Лущик, М.А. Состояние мониторинга геологической среды в Крыму и основные направления его развития / А.В. Лущик, Н.В. Горбатюк, Т.А. Иваненко, М.А. Лущик, Г.Э. Садыкова // Актуальные вопросы современной науки: Материалы Международной научно-практической конференции (30 мая 2015 г.). – Казань: Изд-во «Браг». 2015. – С.15–28
- Олиферов А.Н. О селевых паводках в Крыму / А.Н. Олиферов // Геополитика и экогеодинамика регионов –2005. – Вып.2. – С. 67–72
- Тимченко, З.В. Определение гидрологических характеристик стока рек восточной части Южного берега Крыма при отсутствии гидрометеорологических наблюдений. / З.В. Тимченко //Сб. научных трудов «Строительство и техногенная безопасность». – Вып. 23. – Симферополь НАПКС, 2008. – С.83–22. Тимченко З.В. Гидрография и гидрология рек Крыма: монография /З.В. Тимченко – Симферополь: ИТ «АРИАЛ». – 2012. – 290 с.
- Титоренко, А.И. Противоселевые мероприятия и эффективность их применения в бассейнах черноморского побережья / А.И. Титоренко //Вестник ДГТУ. – 2011. – Т. 11, № 6(57). – С. 850–856
- Техносферная безопасность рекреационного региона: теоретические основы, инженерные подходы / Н.М. Ветрова, Э.Э. Меннанов, А.И. Пашенцев [и др.]. – Симферополь: ПОЛИПРИНТ, 2023. – 136 с. – ISBN 978-5-605-10312-7. – EDN RGUTMB.
- Шеко, А.И. Закономерности формирования и прогноз селей / А.И. Шеко – М.: Недра – 1981. – 282с.
- Яковлев, Е.А. Методические основы оценки изменения инженерно-геологических условий в районах интенсивного хозяйственного освоения / Яковлев Е.А., Кухар В.В., Лущик А.В., Кюнтцель В.В // Инженерно-геологические и геокриологические исследования в геоэкологии: Сб. научных докладов. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1991. С. 19–26.