

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



Селе-паводковые явления на территории Республики Узбекистан. Опыт использования инструментов по оценке риска возникновения быстроразвивающихся паводков (ИДСП)

И.В. Дергачева, А.С. Меркушкин, Ф.С. Агзамов, С.С. Мягков, К.В. Дергачев

*Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент,
Узбекистан, Dergacheva_iv@mail.ru*

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа данных многолетних наблюдений за проявлением селе-паводковой активности на территории Республики Узбекистан и дается краткий анализ возможностей использования инструментов Системы оценки риска возникновения быстроразвивающихся паводков в Центральной Азии (ИДСП) для минимизации возможных негативных последствий селе-паводковых явлений дождевого генезиса.

Ключевые слова: *Селе-паводковые явления, пространственно-временное распределение, быстроразвивающиеся паводки, стихийные бедствия.*

Ссылка для цитирования: Дергачева И.В., Меркушкин А.С., Агзамов Ф.С., Мягков С.С., Дергачев К.В. Селе-паводковые явления на территории Республики Узбекистан. Опыт использования инструментов по оценке риска возникновения быстроразвивающихся паводков (ИДСП). 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. 86–93.

Debris flow and flood phenomena on the territory of the Republic of Uzbekistan: Experience in using tools for assessing the risk of flash floods (FFGS)

I.V. Dergacheva, A.S. Merkushkin, F.S. Agzamov, S.S. Myagkov, K.V. Dergachev

*Scientific Research Hydrometeorological Institute, Tashkent, Uzbekistan,
Dergacheva_iv@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of an analysis of long-term observation data on the manifestation of debris flow and flood activity on the territory of the Republic of Uzbekistan and provides a brief analysis of the possibility of using tools for assessing the risk of flash floods (FFGS) to minimize the possible negative consequences of debris flow and flood phenomena of rain genesis.

Key words: *debris flow and flood phenomena, spatio-temporal distribution, flash floods, natural disasters*

Cite this article: Dergacheva I.V., Merkushkin A.S., Agzamov F.S., Myagkov S.S., Dergachev K.V. Debris flow and flood phenomena on the territory of the Republic of Uzbekistan: Experience in using tools for assessing the risk of flash floods (FFGS). In: Chernomorets S.S., Hu K., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). Moscow: Geomarketing LLC, 2024, p. 86–93.

Введение

Горные и предгорные территории Республики Узбекистан подвержены опасности селе-паводковых явлений. В стране осуществляется ряд мероприятий по улучшению



экологической обстановки, предупреждению чрезвычайных ситуаций при паводковых и селевых явлениях, защите населения и социальных объектов, отраслей экономики от негативного воздействия опасных природных явлений, а также направленных на улучшение систем мониторинга и прогнозирования стихийных гидрометеорологических явлений. В стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан «организация и развитие системы раннего оповещения населения о чрезвычайных ситуациях» обозначена как одна из основных задач. В связи с этим актуальное значение приобретают исследования, направленные на изучение, картографирование и предупреждение селе-паводковых явлений на территории Узбекистана и трансграничных бассейнов, и создание автоматизированных систем раннего предупреждения.

Краткий обзор проблемы

В настоящее время по всей Республике Узбекистан идет активное освоение горных и предгорных территорий: на плодородных предгорных почвах развивается сельское хозяйство, строятся новые ГЭС, повышается добыча природных ископаемых, очень активно развивается горный туризм, строятся новые рекреационные зоны, что, соответственно, ведет к необходимости строительства гидротехнических сооружений на горных реках, прокладки новых дорог, ЛЭП и многого другого. Часто строительство, особенно в частном секторе, ведется без учета селеопасности территории, и в селеопасные зоны попадают жилые, рекреационные и хозяйственные объекты. В результате необдуманных действий каждый год разрушительные селе-паводковые потоки наносят большой урон сельскому хозяйству, инфраструктуре, нарушают экологическую обстановку, становятся причиной гибели людей (рис. 1, 2).



Рис. 1. Разрушения после селе в пос. Чадак Папского района Наманганской области Узбекистана, май 2016 г.

На селе-паводковые явления влияют различные гидрометеорологические и другие соответствующие факторы (рельеф, антропогенная деятельность человека и т.п.). Масштабы этих явлений во многом зависят от интенсивности и высоты слоя, времени, пространственного распределения и фазы осадков. Погода и ветер оказывают влияние на снеготаяние, которое, в свою очередь, влияет на размер паводка. Рельеф влияет на заполнение селей твердой составляющей. Развитие систем раннего предупреждения селе-паводковых явлений и систем заблаговременного оповещения о ситуации в



верховьях может спасти жизни и снизить экономические потери [Синopsis публикации ВМО, № 1047, 2009].

Снижение риска стихийных бедствий и обеспечение готовности к ним на основе функционирования систем раннего предупреждения внезапных паводков и селевых потоков отражено как приоритетное направление в Сендайской рамочной программе по снижению риска бедствий на 2015–2030 г. для создания жизнестойких сообществ. В настоящее время в Узбекистане ведутся исследования в данном направлении.



Рис. 2. Прохождение селевого паводка в с. Эгизбулак Форишского района Узбекистана, 20 апреля 2020 г.

Методика исследования

При определении основных характеристик селей и паводков, установлении периодов повышенного риска образования селей различного генезиса, изучении и оценке зависимости их образования от гидрометеорологических факторов, установлении закономерностей распространения селей и паводков использованы методы математической статистики – корреляционный и многофакторный анализ, объективный метод выравнивания и нормализации корреляционных связей. В процессе выполнения работы применялись методы картографических исследований, сравнительно-географический, метод географического обобщения и аналогии. Для создания цифровых моделей рельефа использован метод построения цифровой модели рельефа с использованием современных компьютерных технологий. Основу исходных данных и картографической информации составляют опубликованные и утвержденные тематические карты, спутниковые снимки, материалы наблюдений, проводимых в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте и Узгидромете.

Результаты анализа пространственно-временного распределения селе-паводков

В Узбекистане все реки, включая временные водотоки, в пределах гор и предгорий являются селеопасными. Повторяемость катастрофических селей большой разрушительной силы в одном бассейне, в среднем, несколько десятков лет, что не исключает возможности повторения селей и в более короткий промежуток времени [Дергачева, 2022]. Распределение числа случаев селей по районам Узбекистана за весь период наблюдений (1900–2022 г.) приведено на рис. 3.

Селевая опасность в горах существует в основном в определенные месяцы и обусловлена периодами ливневой активности (рис. 4).



В результате анализа внутригодового распределения селей за многолетний период установлено, что в последние годы наблюдается растягивание времени селе-паводковой активности и смещение пика на более поздние сроки, что связано с влиянием климатической изменчивости и изменением в режиме выпадения осадков. Активность кратковременных интенсивных осадков наблюдается не только в весенние месяцы, но и летом, что особенно опасно в сочетании с высокими температурами воздуха, так как может вести к усиленному таянию высокогорных снегов и ледников и способствовать образованию селей и паводков дождевого и прорывного генезиса, которые обладают особо разрушительной силой.

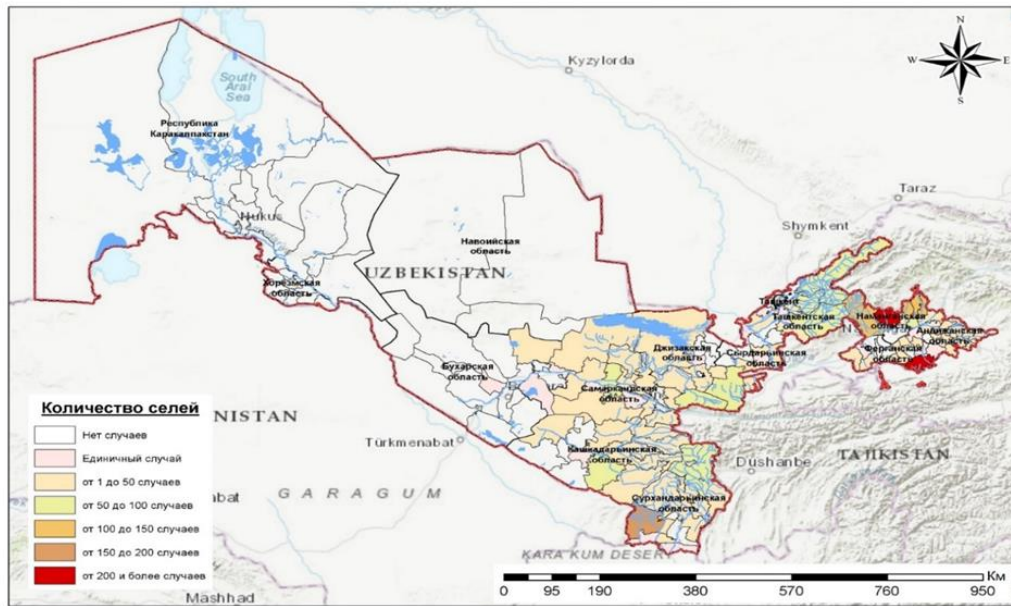


Рис. 3. Распределение случаев схода селей по территории Узбекистана в разрезе административных районов

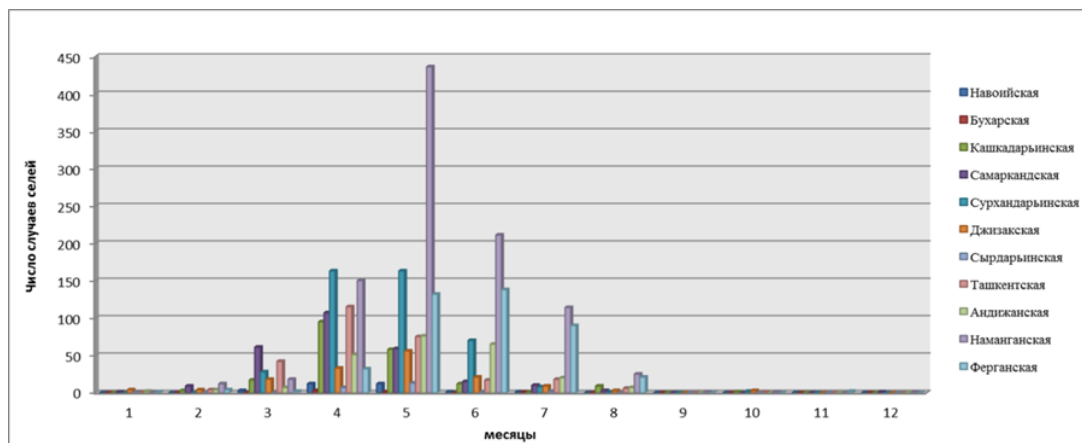


Рис. 4. Внутригодовое распределение частоты селей и паводков по областям за период 1990–2022 г.

На основе анализа данных были сделаны следующие основные выводы:

- в связи с глобальным изменением климата возрастает количество экстремальных погодных явлений, в том числе ливней, которые выступают определяющим фактором возникновения селей, паводков и наводнений;



- развитие инфраструктуры в районах, подверженных селевой и паводковой активности, приводит к неизбежному росту количества нанесенного ущерба при прохождении селей и экстремальных паводков;
- по всей горной и предгорной территории Узбекистана может наблюдаться рост селе-паводковой активности дождевого генезиса, что повысит риски в связи интенсивным освоением горных и предгорных территорий и ростом населения;
- в случае дальнейшего увеличения температур воздуха, и особенно при аномально высоких температурах воздуха по горным территориям, возможно увеличение рисков, связанных с прорывом озер приледниковой зоны с неустойчивыми плотинами.

Опыт использования инструментов информационно-диагностической системы для оценки риска возникновения быстроразвивающихся паводков (ИДСП)

Паводки, в том числе и быстроразвивающиеся паводки, основной причиной которых являются интенсивные осадки очень часто носят трансграничный характер. На территорию Узбекистана селе-паводковые потоки приходят с территории Киргизстана и Таджикистана. Поэтому при анализе разработок в области предупреждения паводков и селей большое внимание уделялось системам, разрабатываемым для трансграничных бассейнов.

Быстроразвивающиеся паводки, к которым относятся и селе-паводковые явления отличаются от речных паводков своими короткими временными масштабами и возникновением в небольших пространственных масштабах, что делает прогнозирование быстроразвивающихся паводков проблемой, отличной от прогнозирования паводков крупных рек. При прогнозировании быстроразвивающихся паводков прежде всего интересует прогноз причин их возникновения, главные из них – интенсивных дождей и осадки на водонасыщенные почвы. Внезапные паводки происходят по всему миру, а время их развития варьируется в зависимости от региона от минут до нескольких часов в зависимости от земной поверхности, геоморфологических и гидрометеорологических особенностей региона. Однако для большинства этих районов не существует официального процесса или возможностей для разработки предупреждений о быстроразвивающихся паводках.

В настоящее время в Узбекистане интерактивной онлайн системы раннего предупреждения селе-паводковой опасности для территории Узбекистана на основе информационно-диагностической системы для оценки риска возникновения быстроразвивающихся паводков (ИДСП), которая является диагностическим инструментом для анализа событий, связанных с погодой, которые могут спровоцировать формирование быстроразвивающихся паводков. ИДСП разработана специалистами гидрологического научно-исследовательского центра (ГНИЦ), Сан-Диего, США при поддержке Всемирной Метеорологической Организации (ВМО), гидрологических научно-исследовательских центров, Национального управления по исследованию океанов и атмосферы США, Национальной метеорологической службы и Агентством Соединенных Штатов по международному развитию, Бюро по оказанию помощи другим странам в случае стихийных бедствий.

ИДСП предназначена для сокращения разрушительных последствий, вызываемых быстроразвивающимися паводками, а именно: сокращения количества жертв, вреда для людей и ущерба имуществу.

Быстроразвивающиеся паводки – это явление, возникающее в результате интенсивных или избыточных дождевых осадков, выпадающих в короткий промежуток времени, обычно менее 6 часов, и приводящих к довольно быстрому подъему уровня воды в реке. Селевые паводки, отличаются от паводков насыщенностью твердой составляющей в потоке, что увеличивает их разрушительную силу, но подход, используемый в ИДСП, может быть применим и к условиям Узбекистана с некоторыми поправками.



Информационно-диагностическая система для оценки риска возникновения быстроразвивающихся паводков использует оценки спутниковых данных об осадках в режиме реального времени, получаемые при помощи алгоритма Hydro Estimator, доступные в настоящее время на регулярной основе во всем мире [Руководство по использованию ИДСП для региона Центральной Азии, 2016]. Выходной продукт системы, представлены в виде набора карт для сумм осадков за период времени 1, 3, 6 и 24 часа для бассейнов площадью от 100 до 300 км². На рис. 5 приведены данные суммарного количества осадков с 23 по 24 апреля 2019 г., полученные по алгоритму Global Hydro Estimator (GHE) (по данным в инфракрасной области спектра), скорректированные по микроволновым спутниковым данным об осадках с целью повышения точности. Данные представлены в миллиметрах. Именно в эти даты по территории Узбекистана наблюдалось выпадение интенсивных осадков, позже были зафиксированы селе-паводковые явления по горным и предгорным районам республики, поэтому в качестве тестирования ИДСП, для возможности применения как аналоговой, взят период времени 23–24 апреля 2019 г.

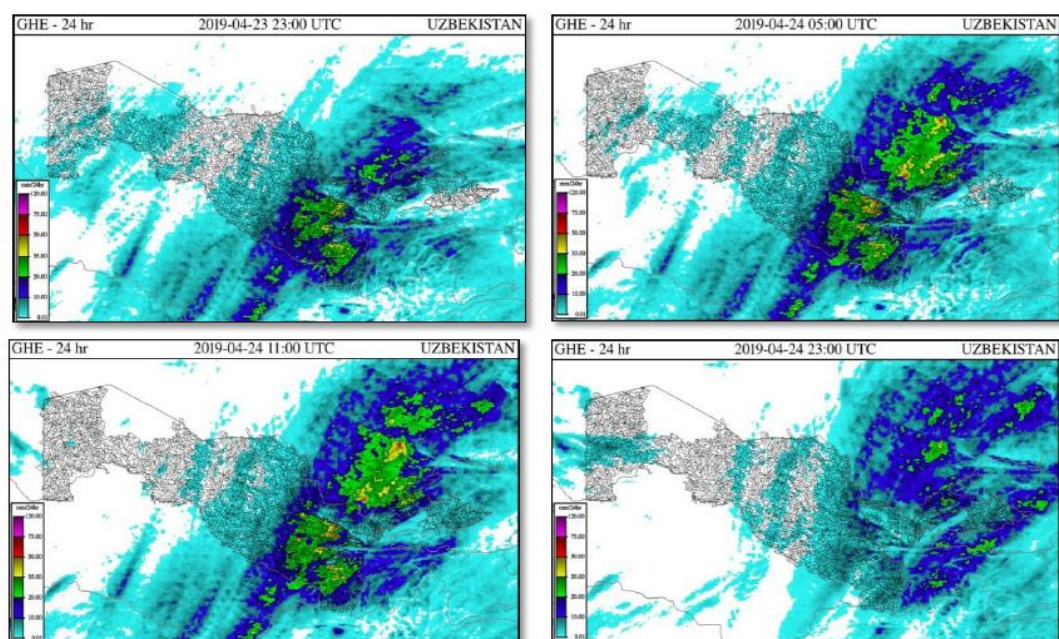


Рис. 5. Данные суммарного количества осадков с 23 по 24 апреля 2019 г., полученные по алгоритму Global Hydro Estimator

Для производства объединенной продукции (спутниковые данные и наземные наблюдения) для средних по площадям осадков (рис. 6) сначала проводится корректировка погрешностей спутниковой продукции с использованием имеющихся данных осадкомеров, а затем получают продукцию для всего поля путем объединения данных, полученных из различных источников, в соответствии с заранее установленной иерархией.

Гидрологические характеристики показателя риска возникновения быстроразвивающихся паводков основываются на поверхностных и почвенных параметрах водосбора, создающих в замыкающем створе водосбора условия заполнения русла до уровня поймы. В ИДСП модель расчета влажности почвы с сосредоточенными параметрами использует информацию о средних по бассейну осадках, испарению, температуре, топографии бассейна и характеристиках почвы в качестве входных данных для непрерывной оценки влажности почвы и характеристик стока. На рис. 7 приведены карты средней влажности почвы (глубина приблизительно 20–30 см), полученные по модели Сакраменто для каждого из суббассейнов. Можно проследить, как меняется увлажненность почвы в течение 6 ч.

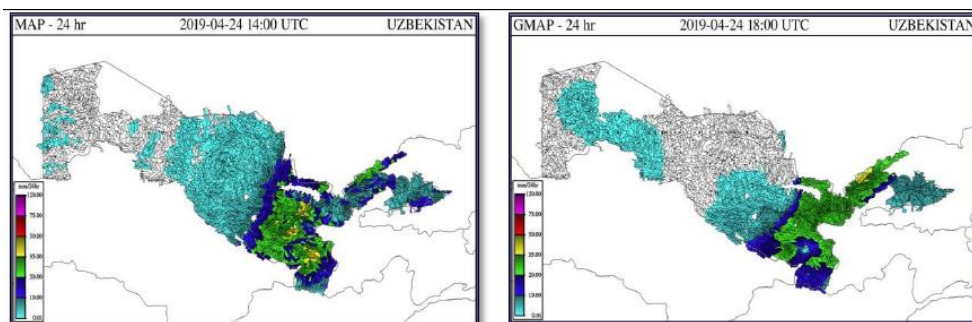


Рис. 6. Накопление средних по площади осадков по территории Узбекистана для суббассейнов за последние 24 ч 24 апреля 2019 г.

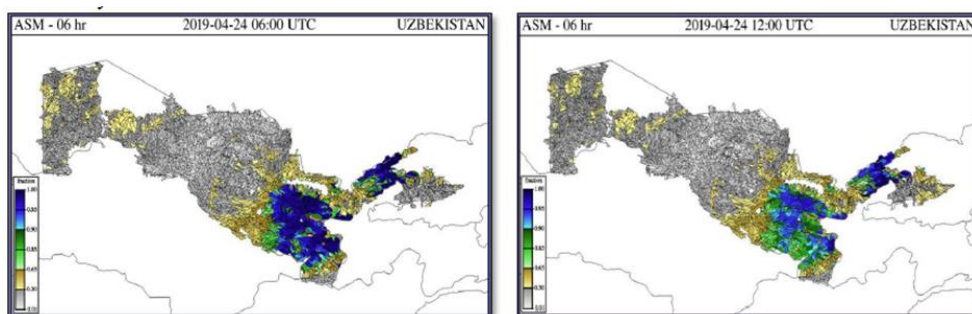


Рис. 7. Средние значения влажности почвы (глубина 20–30 см), полученные по модели Сакраменто для каждого из суббассейнов

ИДСП основана на расчете двух показателей: риска возникновения быстроразвивающихся паводков и угрозы быстроразвивающихся паводков. Оба показателя предоставляют пользователю информацию, необходимую для оценки потенциальной возможности возникновения быстроразвивающегося паводка, включая оценку неопределенности, связанной с данными.

Подход к визуализации показателей риска и угрозы быстроразвивающихся паводков, предназначенный для производства предупреждений о быстроразвивающихся паводках, основывается на сопоставлении в режиме реального времени наблюдаемого или прогнозируемого объема дождевых осадков в течение определенного временного промежутка и на определенной площади водосбора с характерным объемом дождевых осадков на тот же промежуток времени и ту же площадь водосбора, создающим в замыкающем створе водосбора условия заполнения русла до уровня берегов. Показатель риска возникновения быстроразвивающихся паводков для условий 23–24 апреля 2019 г. приведен на рис. 8. Фиолетовые зоны показывают суббассейны, где при ожидаемом выпадении осадков до 15 мм за 6 ч могут сформироваться паводки.

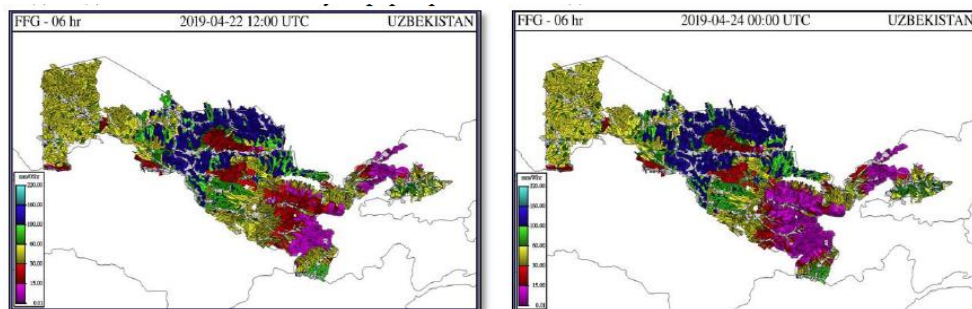


Рис. 8. Пример. Показатель риска возникновения быстроразвивающихся паводков для условий 23–24 апреля 2019 г.



Если наблюдаемый или прогнозируемый объем дождевых осадков превосходит показатель риска возникновения быстроразвивающихся паводков на тот же временной промежуток, этот переизбыток называют угрозой быстроразвивающихся паводков, и это означает, что в замыкающем створе водосбора или поблизости от него возникает возможность наводнений. Карты угрозы быстроразвивающихся паводков приведены на рис. 9.

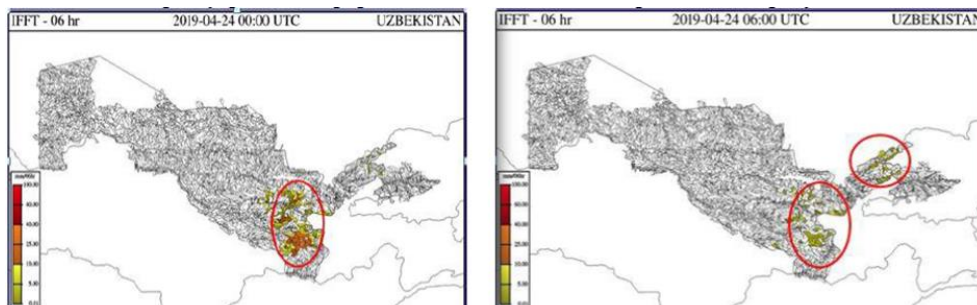


Рис. 9. Карты угрозы быстроразвивающихся паводков по территории Узбекистана 24 апреля 2019 г.

Выводы

Система управления наводнениями в Центральной Азии (ЦАРИДСП) улучшает качество предупреждений о селевых паводках, но требует доработок и уточнений, так как по результатам анализа, проводимого в НИГМИ в течение двух лет тестирования системы, ИДСП часто переоценивает опасность. Составление предупреждений о возможности образования селевых потоков должно проводиться специалистами синоптиками и гидрологами, основываясь на многолетних исследованиях в данной области. ИДСП является мощным и современным вспомогательным аппаратом.

Ни одна даже самая совершенная система предупреждения не будет эффективна без качественной системы раннего оповещения и поддержки населения. Конечно, необходимо проводить инженерные мероприятия по укреплению берегов селеопасных рек, расчистке русел рек, саев и селепропусков, строить противоселевые сооружения и селехранилища, но также необходимо вести постоянную целенаправленную работу с населением, воспитывать серьезное отношение к такому грозному и разрушительному явлению, как сели и паводки. Не допустимо строительство жилых, хозяйственных построек, зон отдыха вблизи русел селеопасных рек. Постройки не только сами находятся под угрозой разрушения, но и усугубляют селеопасную ситуацию, являясь дополнительным препятствием на пути потока, способным временно сдержать воду, как дамба, после прорыва которой поток только наберет еще большую силу. Только комплексный подход к решению этой проблемы может дать положительные результаты.

Список литературы

- Дергачева И.В., Салимова Б.Д. Исследование селевой активности в горных и предгорных районах Республики Узбекистан // Проблемы современной науки и образования, 2022. № 9 (178), с. 48–52.
- Концептуальный документ «Интегрированное управление наводнениями». Синопис публикации ВМО, № 1047, 2009 г. <https://www.livelib.ru/book/197377/readpart-navodneniya-ot-zaschity-k-upravleniyu-nauchnye-redaktory-chlenkorrespondent-ran-v-n-lykosov-i-professor-v-a-zemtsov-p-yu-pushistov/~10>
- Руководство по использованию Информационно-диагностической системы для оценки риска возникновения быстроразвивающихся паводков для региона Центральной Азии. – Т., 2016. – 11 с.
- Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг.