

УДК: 504.4:625.7

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА СЕЛЕЙ И ПАВОДКОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ УЗБЕКИСТАНА

Б.Р. Махкамов

*Начальник управления Комитета по автомобильным дорогам, г. Ташкент,
Республика Узбекистан*

E-mail: b.maxkamov@uzavtoyul.uz

АННОТАЦИЯ

В статье представлены методы оценки риска селевых и паводковых явлений, угрожающих транспортным коммуникациям Узбекистана. Проведён анализ качественных, количественных и полуколичественных подходов, а также рассмотрен международный опыт их применения. Выявлены ключевые проблемы, включая ограниченность данных и сложности адаптации зарубежных методик. На основе анализа предложены рекомендации по внедрению полуколичественных методов, использованию ГИС-технологий и адаптации международного опыта. Полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных мер защиты инфраструктуры и минимизации ущерба.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ели, паводки, транспортная инфраструктура, оценка риска, полуколичественные методы, геоинформационные системы, Узбекистан, международный опыт, адаптация методик

ВВЕДЕНИЕ

Узбекистан, расположенный в сердце Центральной Азии, характеризуется сложным горным рельефом и засушливым климатом [1]. Эти факторы делают страну особенно уязвимой к воздействию селей и паводков – опасных природных явлений, которые представляют серьезную угрозу для населения, инфраструктуры и экономики [2]. Сели и паводки в Узбекистане приводят к разрушению населенных пунктов, повреждению транспортных коммуникаций, сельскохозяйственных угодий и объектов промышленной инфраструктуры. Экономический ущерб от этих стихийных бедствий исчисляется миллионами долларов, а социальные последствия включают гибель людей, потерю жилья и средств к существованию [3].

В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению частоты и интенсивности этих гидрометеорологических событий, что связано с глобальными изменениями климата [4] и антропогенным воздействием на окружающую среду [5]. Изменение климата оказывает значительное влияние на гидрологический цикл, что проявляется в изменении характера осадков, таянии ледников и увеличении вероятности экстремальных погодных явлений. Повышение температуры воздуха [6] способствует интенсивному таянию ледников, что увеличивает объем воды в горных реках. Увеличение количества ливневых дождей [7] также способствует формированию селевых потоков. Деграция растительного покрова, происходящая в результате антропогенной деятельности снижает водопоглощающую способность почвы и усиливает поверхностный сток, что увеличивает риск селей и паводков.

Сели и паводки представляют серьезную угрозу для транспортных коммуникаций. Разрушение дорог, мостов [8] и железнодорожных путей [9] приводит к нарушению транспортного сообщения, нанося значительный ущерб экономике страны. Поэтому защита транспортных коммуникаций от селей и паводков является стратегически важной задачей для обеспечения устойчивого экономического роста.

В Узбекистане существует ряд нормативно-правовых документов, регулирующих вопросы защиты от селей и паводков. Эти документы определяют полномочия государственных органов, ответственных за проведение противоселевых мероприятий, а также устанавливают требования к проектированию и строительству защитных сооружений.

Одним из важнейших документов является Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными гидрометеорологическими явлениями и геологическими процессами» (ПП №426 от 18.11.2022 г.) [10]. В этом документе определены задачи министерств и ведомств по организации мониторинга за опасными природными явлениями и ликвидации их последствий. Также следует отметить Закон Республики Узбекистан «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [11], который устанавливает правовые основы деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В рамках этого закона разработаны специальные нормы и правила, регламентирующие проектирование и строительство противоселевых сооружений.

В целом, нормативно-правовая база Узбекистана в области защиты от селей и паводков создает необходимые условия для проведения эффективных противоселевых мероприятий. Однако, с учетом изменения климата и увеличения риска селевых и паводковых явлений, необходимо постоянно совершенствовать эту базу, учитывая передовой международный опыт и научные достижения в разработке эффективных методов оценки риска и защиты от угрозы селей и паводков.

Исходя из вышесказанного, в данном исследовании были поставлены следующие цели:

- проанализировать существующие методы оценки риска селевых и паводковых явлений с учётом их применимости в условиях Узбекистана;
- выявить ключевые проблемы и ограничения текущих подходов, включая ограниченность данных и специфику локальных условий;
- предложить рекомендации по внедрению эффективных методов, таких как полуколичественные подходы, использование ГИС и адаптация международного опыта, для минимизации рисков транспортной инфраструктуры.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации поставленных целей был проведен всесторонний анализ научных публикаций, нормативно-правовых документов и статистических данных, касающихся проблемы селей и паводков в Узбекистане. Изучен зарубежный опыт по разработке методов оценки риска селей и паводков, который отразился в научных статьях, отчетах. Выделены преимущества и недостатки рассмотренных методов. Предложены рекомендации по внедрению опыта в Узбекистане.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА СЕЛЕЙ И ПАВОДКОВ

Оценка риска селей и паводков для транспортных коммуникаций представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода. В мировой практике существует широкий спектр методов оценки риска, которые можно классифицировать следующим образом:

- Качественные методы – основаны на экспертных суждениях и анализе информации о селе-паводковой активности, геоморфологических особенностях местности, характеристиках транспортной инфраструктуры. Эти методы позволяют получить общую оценку риска и выявить наиболее уязвимые участки.
- Количественные методы – используют математические модели и статистические данные для расчета вероятности возникновения селей и паводков, а также для оценки возможного ущерба. Эти методы обеспечивают более точную оценку риска, но требуют большого объема исходных данных.
- Полуколичественные методы – сочетают элементы качественных и количественных методов. Они используют экспертные оценки для определения некоторых параметров модели, что позволяет упростить расчеты и снизить требования к объему исходных данных.

В настоящее время разработано множество методик для оценки рисков селевых и паводковых явлений, каждая из которых имеет свои особенности, преимущества и ограничения. Их применение зависит от специфики региона, доступности данных и целей исследования. В таблице 1 мы рассмотрели наиболее распространённые методики.

Таблица 1. Сравнительный анализ существующих методик оценки риска селевых и паводковых явлений

Описание	Преимущества	Недостатки	Применение
Методика МГУ (В.А. Бабурин) [12]			
Оценка экономических рисков селевых потоков на основе интегрального подхода с учетом экономических показателей и вероятности возникновения явлений.	- Учет экономических аспектов. - Прогнозирование ущерба. - Использование многокритериальных моделей.	- Требуется большого объема данных. - Сложность применения при ограниченных данных.	Стратегическое планирование и оценка долгосрочных рисков для крупных инфраструктурных объектов.
Многокритериальная оценка [13]			
Анализ факторов риска (геоморфологических, гидрологических, социально-экономических) с присвоением весов каждому из критериев.	- Комплексный подход. - Гибкость в адаптации под разные регионы.	- Субъективность выбора критериев. - Зависимость от квалификации специалистов.	Оценка территорий с разнотипными рисками.
Оценка риска селей и оползней для дорог методом аналитического иерархического процесса (АНР) (Япония) [14]			
Учет вероятности селей, их интенсивности и уязвимости дорожной инфраструктуры.	- Учитывает специфику горных районов. - Оценка рисков для разных типов дорог. - Включает меры по снижению рисков.	- Требуется детальных данных о селевых процессах. - Сложность адаптации для других регионов.	Планирование инфраструктуры в горных регионах с высокой интенсивностью осадков.
Оценка риска паводков для мостов (США) [15]			
Анализ гидрологических данных, характеристик мостов и последствий разрушений.	- Использует обширную базу данных. - Оценка экономического ущерба и социальных последствий. - Принятие решений для защиты мостов.	- Требуется сложных гидравлических расчетов. - Ограниченная применимость для других типов объектов.	Защита мостов в районах с частыми паводками.
Оценка уязвимости инфраструктуры (Швейцария) [16]			
Оценка уязвимости объектов по конструктивным особенностям, расположению и наличию защитных сооружений.	- Выявление уязвимых участков. - Планирование защитных мер. - Универсальность (адаптация для разных объектов).	- Требуется детального обследования. - Возможна субъективность оценки уязвимости.	Минимизация ущерба в горных регионах.
Полуколичественная методика (Маций и Сухляева) [17]			
Присвоение баллов факторам риска для транспортных сооружений.	- Простота применения. - Низкие требования к объему данных.	- Ограниченная точность. - Не учитывает все факторы риска.	Первичная оценка рисков в условиях ограниченности данных.

Анализ методов оценки риска селей и паводков выявил несколько ключевых проблем и вызовов, актуальных для Узбекистана. Во-первых, ограниченность доступных данных о климатических и геологических условиях создает препятствия для применения количественных методов, требующих точных входных данных. Этот недостаток снижает точность прогнозов и ограничивает возможности разработки эффективных защитных мероприятий.

Во-вторых, адаптация международных методик для условий Узбекистана сопряжена с трудностями. Методы, успешно применяемые в Японии, Швейцарии и США, разрабатывались с учетом специфических региональных факторов, таких как структура почв, гидрология и климат. Однако в Узбекистане доминируют уникальные факторы риска, включая деградацию почв, изменчивость осадков и недостаточное развитие защитной инфраструктуры. Это требует модификации подходов для учета локальных условий.

Наконец, ограниченность финансовых и технических ресурсов также осложняет реализацию масштабных противоселевых мероприятий. Несмотря на наличие нормативной базы, соответствующие законы и постановления, эффективное планирование и реализация защитных мер требуют дополнительных вложений.

Перспективы улучшения методов оценки и управления рисками селей и паводков заключаются в следующем:

1. Внедрение полуколичественных методов: такие методы, как методика Мацция и Сухляевой, позволяют объединить качественные экспертные оценки с количественными расчетами, минимизируя зависимость от недостающих данных.
2. Использование ГИС и дистанционного зондирования: геоинформационные системы и технологии дистанционного зондирования способны значительно повысить точность картографирования зон риска, обеспечивая более эффективное зонирование и планирование защитных мероприятий.
3. Адаптация международного опыта: применение интегральных подходов, используемых в Швейцарии и Японии, позволит учитывать специфику инфраструктуры Узбекистана, включая транспортные коммуникации, расположенные в горных и предгорных районах.

Предложенные меры могут способствовать повышению эффективности оценки рисков, минимизации последствий селей и паводков, а также устойчивому развитию транспортной инфраструктуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка рисков селевых и паводковых явлений представляет собой стратегически важную задачу для обеспечения безопасности транспортных коммуникаций и экономической стабильности Узбекистана. Проведенное исследование продемонстрировало необходимость разработки интегрированных подходов, объединяющих качественные и количественные методы, а также учета региональных особенностей.

Наиболее перспективными направлениями являются использование полуколичественных методик, адаптированных под условия ограниченного доступа к данным, и внедрение геоинформационных технологий для зонирования и анализа рисков. Международный опыт, применяемый с учетом местных условий, также может стать ценным ресурсом для совершенствования существующей системы защиты.

Для достижения поставленных целей рекомендуется:

1. Создать централизованную базу данных о селях и паводках, включающую данные об их интенсивности, территориальном распределении и последствиях.
2. Обновить нормативно-правовую базу, включая обязательные требования к оценке рисков на этапе проектирования инфраструктуры.
3. Усилить профессиональную подготовку специалистов, внедряя современные методы оценки и управления рисками.

Эти меры, наряду с постоянным мониторингом и совершенствованием подходов, позволят минимизировать угрозы для транспортной инфраструктуры и способствовать устойчивому развитию экономики страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хасанов И. А., Никадамбаева Х. Б. *Физическая география Узбекистана* //Ташкент: Университет. – 2017.
2. Висхаджиева К. С. и др. *Сели прорывного генезиса в бассейне реки Шахимардан (Кыргызстан, Узбекистан): события прошлого и современное состояние* //Снежные лавины, сели и оценка риска. – 2020. – С. 3-17.
3. Умаров Х. У., Мухаббатов Х. М. *Стихийные бедствия в Центральной Азии и их последствия* //Çölleri özleşdirmegiñ problemalary Проблемы освоения пустынь Problems of desert development. – 2012. – С. 3.
4. Дергачева И. В. *Тенденции изменения пространственно-временного распределения селе-паводков по территории Республики Узбекистан.* – 2023.
5. Салимова Б. Д. *Селевые процессы в горных районах Республики Узбекистан* //Экономика и социум. – 2022. – №. 12-1 (103). – С. 884-889.
6. Орловский Н. С., Зонн И. С., Костяной А. Г., Жильцов С. С. *Изменение климата и водные ресурсы Центральной Азии* //Вестник дипломатической академии МИД России. Россия и мир. – 2019. – №. 1. – С. 56-78.
7. Салимова Б. Д., Ходан Е. П. *Инновационные решения для повышения устойчивости дорожной инфраструктуры Узбекистана в условиях изменения климата* //Экономика и социум. – 2024. – №. 2-1 (117). – С. 1612-1619.
8. Туляганов А. Х., Махкамов Б. Р. *К вопросу определения уровня высокой воды по следам паводков на опорах существующих мостов (на примере малых предгорных рек Узбекистана)* //Universum: технические науки. – 2020. – №. 9-1 (78). – С. 5-8.
9. Абдазимов Ш. Х., Мирхамидов Ж. М. *Особенности чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями при возникновении сели и оползневых явлений на железнодорожном транспорте в при горных и горных районах Республики* //Евразийский журнал академических исследований. – 2023. – Т. 3. – №. 1 Part 4. – С. 139-143.

10. О мерах по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными гидрометеорологическими явлениями и геологическими процессами: Постановление Президента Республики Узбекистан, от 18.11.2022 г. № ПП-426 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lex.uz/docs/6287738>. – Дата доступа: 26.11.2024.
11. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон Республики Узбекистан, от 17.08.2022 г. № ЗРУ-790 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lex.uz/ru/docs/6161251>. – Дата доступа: 26.11.2024.
12. Бабурин В. Л. и др. Определение полного и удельного экономического риска селевых потоков на Северном Кавказе // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. – 2014. – С. 97-100.
13. Флорес Гарсия Й. Г. Оценка склоновых процессов кантона Каямбе провинции Пичинча (Эквадор). – 2021.
14. Yoshimatsu H., Abe S. A review of landslide hazards in Japan and assessment of their susceptibility using an analytical hierarchic process (AHP) method // Landslides. – 2006. – Т. 3. – №. 2. – С. 149-158.
15. Banerjee S., Ganesh Prasad G. Seismic risk assessment of reinforced concrete bridges in flood-prone regions // Structure and Infrastructure Engineering. – 2013. – Т. 9. – №. 9. – С. 952-968.
16. Papathoma-Köhle M. et al. Physical vulnerability assessment for alpine hazards: state of the art and future needs // Natural hazards. – 2011. – Т. 58. – С. 645-680.
17. Маций С. И., Сухляева Л. А. Полуколичественная оценка селевого риска на автомобильных дорогах // Construction and Geotechnics. – 2019. – Т. 10. – №. 4. – С. 105-115.