

УДК

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СЕЛЕВОГО РИСКА**

Канд. геогр. наук Б. Тасболат

*Осуществлена идентификация селевых рисков. Разработан метод их оценки, который включает качественную и количественную оценки вероятности возникновения селей, а также социального, экологического и экономического ущерба, наносимого ими.*

Горные и предгорные территории Казахстана подвержены разрушительному воздействию селевых потоков, которые наносят ущерб населению, окружающей природной среде, техногенным объектам, оказывая негативное влияние на социальные, социально-экологические, экологические и экономические сферы. Проживание, природопользование и другая любая хозяйственная деятельность в этих зонах, сопряжена с селевыми рисками. Для обеспечения безопасности социально-хозяйственных объектов, населения и ландшафтно-природных комплексов и их устойчивого развития необходима идентификация селевых рисков и их оценка.

В процессе идентификации на территории Казахстана выделены селевые риски ливневого, гляциального и смешанного генезиса, а также сейсмогенные и техногенные.

Все сели возникают в результате выхода из равновесного состояния системы «вода – рыхлообломочный материал» и развития эрозионо-сдвигового, сдвигового или транспортного селеформирующего процесса. Различаются грязекаменные, грязевые и наносоводные селевые потоки (в зависимости от плотности селевой массы и гранулометрического состава последней).

Местом возникновения грязекаменных селевых потоков ливневого генезиса являются участки земной поверхности, характеризующиеся уклоном и условиями концентрации стока и рыхлообломочного материала. Такой участок, где возможно формирование грязекаменного или грязевого потока, называется селевым очагом. Необходимые для возникновения ливневых селевых процессов расходы воды формируются на прилегающих водосборах при выпадении осадков. При этом вода может вступать во взаимодействие с рыхлообломочным материалом, как при поверхностном, так и грунтовым и быстром грунтовым стоке.

Потенциальные селевые массивы, при взаимодействии водного потока с которыми происходит формирование гляциальных селей, представлены рыхлообломочным материалом уступов современных морен, озерных перемычек, разрушающихся при прорывах, а также селевых очагов, расположенных на древних моренах, и русловых отложениях по пути движения прорывных паводков. Водная составляющая система, нарушающая ее равновесное состояние с формированием селевого потока, формируется в пределах ледниково-моренного комплекса. Это может быть поверхностный или внутриморенный повышенный сток с ледника при интенсивном его таянии, высокий сток по дренажной системе морены вследствие таяния погребенных концов ледника, линз льда и вечной мерзлоты. Повышенный сток может возникнуть также в результате прорыва водоемов, расположенных в зоне ледниково-моренного комплекса.

Источником водной составляющей селей смешанного генезиса является выпадение осадков на тающих снег, таяние снежников, прорывы естественных водоемов (вне ледниково-моренной зоны) в результате интенсивного склонового стока и др.

Основными факторами формирования сейсмоселей являются активные тектонические процессы. Сейсмогенные напряжения земной коры, сеймотектонические деформации, сейсмические ускорения и вибрации подготавливают и вызывают смещение горных масс, коренным образом изменяют условия их устойчивости. При землетрясении, с одной стороны, происходит сбрасывание рыхлых и скальных грунтов, а с другой – подготавливаются новые горные массы к смещениям при последующих землетрясениях. При этом сход селей эпизодический, пути схода непостоянны. Стимулирующими факторами также являются специфические гидрогеологические условия, как-то наличие зон фильтрации, обводненность отложений, разрывные деформации в покровных отложениях и подстилающих коренных породах. Землетрясения могут породить изменения как внутренних, так и поверхностных каналов стока, в результате чего происходит переувлажнение грунта, что может вызвать сдвиговой процесс или выход поверхностных водотоков на новые сухие участки, где в свою очередь возникают эрозионно-сдвиговые процессы, и, в конечном счете, образуются селевые потоки.

Техногенными селевые потоки являются в случае, если водная составляющая или потенциальный селевой массив имеют инженерно-техническое происхождение (водохранилища, хвостохранилища, водопро-

воды и др. или отвалы горных выработок, хранилища твердых отходов и т.д.). Техногенные селевые потоки могут являться первичным источником селевого риска, либо быть вторичным. Вторичным источником селевого риска техногенные сели являются в том случае, если возникают вследствие негативного воздействия селей на техногенную водную (обуславливают прорывы искусственных водоемов и др.) или техногенную твердую (захватывают в процесс селеформирования рыхлообломочный материал промышленных отвалов и др.) составляющие. Первичным источником риска техногенные селевые потоки являются в случае возникновения вследствие иных, не связанных с селевыми явлениями, причин, например, в случае аварийных сбросов воды или пульпы при разрушении водоканалов, водохранилищ, хвостохранилищ, землетрясений, взаимодействия интенсивного ливневого стока с рыхлообломочным материалом техногенного происхождения и т.д.

Условия возникновения наносоводных селевых потоков достаточно многообразны. Они могут представлять собой послеселевой паводок, что довольно часто отмечается в русле основной реки после прохождения небольших грязекаменных селей (различного генезиса) в ее боковых притоках. Наносоводные селевые потоки могут наблюдаться вследствие разбавления паводочными водами основной реки грязекаменных селей, входящих в нее из боковых притоков. Они могут формироваться непосредственно в русле основной реки при прохождении паводков в результате срыва самоотмотки и переноса достаточно большого количества твердого материала во взвешенном состоянии (транспортного процесса). Наносоводные сели могут формироваться и на сильно эродированных поверхностях при интенсивном поверхностном стоке.

Селевые риски – это опасность негативных последствий прохождения селей, поэтому разработанный метод оценки включает блоки определения вероятности возникновения селей и их негативных воздействий.

Для *качественной* оценки рисков возникновения селей определены критические условия формирования ливневых (грязекаменных и наносоводных) селевых потоков, а также гляциальных селей; выявлены качественные признаки и численные значения гидрометеорологических факторов, обуславливающих опасность возникновения селевых рисков. Для *количественной* оценки риска возникновения селевых явлений предлагается обобщение статистических данных о прохождении селей при помощи теоретических функций распределения (Вейбулла, Гамма-распределение,

Бернулли, Пуассона) и статистическое моделирование селеформирующих факторов. Для оценки риска возникновения селевых явлений ливневого генезиса предложен расчет вероятности реализации критических (для начала селеформирования) значений интенсивности и продолжительности дождей на основе математической модели случайного процесса выпадения осадков. Для оценки риска возникновения гляциальных селей используется метод Байеса. Кроме того, для количественной оценки риска возникновения селей могут применяться расчеты характеристик селевых потоков различной обеспеченности на основе математического моделирования процессов селеформирования.

Для определения риска негативных последствий прохождения селей выявляются зоны деструктивного воздействия селевых явлений (ноксосферы), состав и характеристики реципиентов, подвергающихся этому воздействию, а также качественные и количественные оценки последнего.

Территориями негативных последствий являются не только зоны формирования, прохождения и отложения селевых потоков, но и зоны поражения при возможных вторичных чрезвычайных ситуациях, вызванных разрушениями опасных промышленных объектов, плотин, дамб и т.д. Определение зон воздействия селевых потоков осуществляется по оставленным ими следам (с помощью дешифрирования аэрофотоснимков и экспедиционных обследований), исходя из общих закономерностей процессов формирования и прохождения селей, а также путем математического моделирования процессов селеформирования. Расчет границ зон поражения при чрезвычайных ситуациях, вызванных воздействием селей на опасные объекты, может производиться по специальным формулам, применяемым для этих целей в системе Гражданской обороны. Для определения ноксосфер прямого и вторичного воздействия разработаны типовые сценарии развития рисков событий.

Определение состава реципиентов из числа компонентов окружающей среды, населения, объектов социально-хозяйственного назначения осуществляется исходя из сценария развития рисков ситуаций в пределах зон воздействия собственно селевых потоков и зон вторичных чрезвычайных ситуаций, ими обусловленных. При этом определяются реципиенты, подвергавшиеся как прямому, так и опосредованному воздействию. Информация о компонентах (объектах) социо-, эко- и техносферы, испытывающих негативные последствия прохождения селевых потоков, может быть получена в результате дешифрирования крупномасштабных космо- и

аэрофотоснимков селеопасных территорий, наземных обследований, анализа данных о прошедших селях, использования методов контрольных списков, матриц, сетей, ГИС-технологий, имитационного и статистического моделирования. Каждый реципиент рассматривается с позиций его значимости в системе «человек – природа – хозяйство», а также в сфере, к которой он относится (биосфера, социосфера, техносфера), с учетом причинно-следственных связей социального, экологического и экономического характера; оценивается его уязвимость. Уязвимость каждого реципиента зависит как от многих его внутренних свойств (адаптированность к опасным явлениям, адекватность реакций). Уязвимость реципиентов с изменяющимся местоположением – это, к тому же, вероятность совпадения последнего с зоной воздействия проходящего селевого потока. С другой стороны, уязвимость населения, окружающей природной среды, хозяйственных объектов зависит от развитости систем, призванных обеспечивать безопасность жизнедеятельности. Оценка уязвимости осуществляется для каждого реципиента и системы, частью которой он является, для различных сценариев воздействия при прохождении селевых потоков различного генезиса.

*Качественная* оценка воздействий селевых потоков – это определение последствий прохождения селей, выраженных в натуральных единицах. На этапе качественной оценки осуществляется классификация негативных последствий воздействия селей. Поскольку реципиентами являются объекты (компоненты) систем различной природы (социосферы, биосферы, техносферы), классифицирующие критерии воздействия основываются на едином для всех объектов и систем свойстве – устойчивости, а классы воздействий определяют степень ее нарушения и соответствующие им последствия. Выделяются классы воздействий в пределах нормы и допустимого риска (которые компоненты систем успевают ассимилировать благодаря срабатыванию функций самовосстановления и саморегуляции), а также критических и катастрофических (превосходящих предел устойчивости и вызывающих изменения вплоть до появления необратимых процессов, невозможных для восстановления).

*Количественная* (экономическая) оценка воздействия селевых явлений – это монетарная оценка негативных последствий прохождения селей, описанных при качественном их анализе в натуральных единицах измерения. Количественная оценка воздействия осуществляется для компонентов социо-, эко- и техносферы по рыночным ценам, учитывает потери

(стоимость объектов, не поддающихся восстановлению и др.), затраты (стоимость аварийно-восстановительных работ, замещения выведенных из использования объектов и т.д.) и убытки (недополученную прибыль и др.).

Комплексная оценка селевых рисков осуществляется в целях выбора оптимального способа управления им. Селевые риски должны определяться в виде следующих показателей: максимального единовременного селевого риска; суммарного селевого риска в течение заданного многолетнего периода; ежегодного селевого риска. Максимальный единовременный селевой риск определяется в предположении прохождения самого крупного из возможных для данного селевого объекта селевого потока, наибольшей площади ноксосферы, наибольшего негативного воздействия на всех реципиентов прямого и опосредованного влияния в социо-, эко- и техносферах и полной их уязвимости. Суммарная оценка селевого риска в течение заданного промежутка времени складывается из ущербов, наносимых на исследуемой территории, (объекте), всеми селевыми потоками, которые могут пройти здесь за указанный период. При оценке суммарного риска за меньший промежуток времени (более года, но менее 100 лет) должны учитываться разные вероятности реализации в течение рассматриваемого периода селевых явлений различной мощности, определяемые по ранее построенным кривым распределений и их теоретическим описаниям. Оценка ежегодного селевого риска осуществляется из предположения прохождения одного селевого потока в год. При этом должны рассматриваться несколько вариантов селевых рисков, предусматривающих прохождение как максимально крупного грязекаменного потока, так и небольшого селя.

Оценка селевого риска для конкретной территории должна осуществляться периодически по мере строительства противоселевых защитных сооружений, снижающих степень риска, увеличения или уменьшения хозяйственного освоения территории, оказывающих влияния на величину потенциального ущерба от селей, прохождения селевых потоков или ожидаемой активизации селевой активности.

Параллельно оценке селевого риска должен осуществляться селевой контроллинг, целью которого должно являться выявление и недопущение несанкционированного размещения объектов в зонах возможного воздействия селей, контроль за выполнением предписаний о необходимости проведения селезащитных мероприятий на объектах, располагаемых в ноксосферах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю.Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 154 с.
2. Думитрашко Н.В. К вопросу о прогнозе селей геоморфологическими методами // Труды ИГ АН СССР. – 1984. – Вып. 62. – С. 97-99.
3. Медеуов А.Р., Нурланов М.Т. Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана (Проблемы управления). – Алматы, 1996. – 202 с.
4. Степанов Б.С., Степанова Т.С. Механика селей. М.: Гидрометеиздат, 1991. – 379 с.

Южно-Казахстанский гуманитарный университет им. Ауэзова

Геогр. ғылымд. канд. Б. Тасболат

*Сельдік қауіпқатерлерді сәйкестендіру іс жүзіне асырылды. Оларды бағалаудың әдісі әзірленді. Ол сельдердің пайда болу ықтималдығының сапалық және сандық бағаларын, сондай-ақ олардын келетін әлеуметтік, экологиялық және экономикалық зияндарын қамтиды.*