

О возможном влиянии длительной засухи на параметры селевого стока

Г.И. Херхеулидзе

Институт гидрометеорологии Академии наук Грузии, Тбилиси, Грузия

Probable impact of prolonged drought on the debris flow parameters

G.I. Kherkheulidze

Institute of Hydrometeorology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, Georgia

The probable reaction of debris flow basins on a drought of various duration, accompanied by high values of air and ground temperature, is considered for various types of flows and for different genesis of their liquid and solid components. Parameters of a prognostic formula of debris flow hazard, obtained on the basis of parametrical discriminant analysis of debris flow and non-debris flow classes of data bank were studied. As a result, dangerous combination of basic meteorological elements (depth of rainfall, temperature of air and ground), determining the presence of debris flow passage risk, has been defined.

Рассматриваемая тема относится к проблеме оценки влияния метеорологических и гидрологических условий на процессы формирования и движения селевых потоков, связанной с прогнозированием селевой опасности, масштаба селепроявления, характера и степени возможного ущерба, а также с назначением и проведением мероприятий по смягчению или устранению опасности. На сегодняшний день эта проблема весьма мало изучена, прежде всего, из-за больших трудностей организации синхронных наблюдений (в режиме мониторинга) за развитием селеобразующих эрозионных процессов под воздействием активного фактора - комплекса гидрометеорологических элементов. Это в особенности касается количества осадков, режима и интенсивности их выпадения, во многих случаях, в частности в условиях Кавказа, наряду с температурным режимом, определяющих условия формирования селевых процессов и масштабы селевого стока. Современные технические средства дают возможность организации селевого мониторинга. В частности, в Институте гидрометеорологии АН Грузии разработаны автоматизированная система радиолокационного наблюдения за осадками («АКСОПРИ») и основы методики ее использования для расчета и прогноза селеобразующих осадков и водного стока. Однако, даже в случае внедрения этой (или любой другой) системы, потребуется её калибровка с использованием наземных наблюдений или, хотя бы, данные пунктов гидрометеорологической сети. К сожалению, в Грузии сеть наблюдений в настоящее время существенно усечена, так что ценнейшая информация о гидрометеорологических факторах, обусловивших (на территории Грузии) катастрофический водный и селевой сток 2005 года, безвозвратно утеряна. Вместе с тем, имеющаяся информация и опыт позволяют рассматривать тенденции возможного влияния экстремального режима

Херхеулидзе Г.И. О возможном влиянии длительной засухи на параметры селевого стока. // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Труды Международной электронной конференции. Тбилиси-Москва, 2006, с. 53-58. www.cetm.narod.ru/pdf/kherkheulidze.pdf

гидрометеорологических элементов на процессы селеформирования, в частности влияние длительных засух на фоне высоких температур (одна из возможных тенденций, связанных с изменением климата).

Согласно (Опасные..., 1980), засуха определяется как недостаток в почве продуктивной влаги питающей растения, и отмечается, что при жестоких засухах растения увядают и гибнут. Применительно к селевой проблеме термин «засуха» лучше определить как продолжительный дефицит атмосферных осадков, приводящий к значительному повреждению и гибели растительного и разрушению почвенного покрова, что обуславливает интенсификацию селеобразующих эрозионных процессов, расширение ареала и увеличение масштабов селепроявления, **особенно при высокой температуре воздуха и почвы.**

Отметим, что в условиях негативного антропогенного воздействия на растительный и почвенный покров (уничтожения лесов и кустарников, нерегламентированного выпаса скота, непродуманных агротехнических и мелиоративных мероприятий) разрушительные последствия засухи существенно усугубляются, способствуя расширению аридных зон и процессам опустынивания. Повреждение растительного покрова в альпийской и субальпийской зонах приводит к обнажению селеобразующих горных пород, усилению процессов выветривания, формированию и развитию мощных селевых очагов.

В свою очередь, непродуманные, некачественные, осуществляемые без учета негативных последствий агротехнические и мелиоративные мероприятия по борьбе с засухой также могут приводить (и приводят) к существенной активизации эрозионных процессов и, к разрушительным селям. Это и неправильная обработка, и переувлажнение горных склонов при поливе, и нерегламентированные попуски или утечка воды из каналов и водохранилищ (в частности, на Самгорской оросительной системе, в Адыгенском и др. районах Грузии) и т.д. Отметим, что столь же ответственной привязки к местным условиям, продуманности с точки зрения преодоления негативных последствий требует и проведение противозерозионных мероприятий. Так, Р.К. Бхандари (1982), отмечая, что обезлесение интенсифицирует эрозию почвы, приводит примеры исследований в которых было установлено, что скорость оползания склонов, покрытых лесом больше, чем склонов, покрытых травой или специально лишенных избыточной растительности, хотя многие другие исследования показывают, что корневая система деревьев наоборот увеличивает устойчивость склонов. Очевидно – все дело в правильной привязке мероприятий к конкретным условиям.

Отметим, что на основе разностороннего анализа в (Опасные..., 1980), сделан весьма важный вывод о том, что Кавказ в целом, за исключением прикаспийской низменности, а в особенности Грузия, располагают достаточным для преодоления последствий засухи количеством водных ресурсов, но лишь при их рациональном использовании. Следует добавить, что при этом необходимо учесть все негативные последствия для экологии региона и предусмотреть мероприятия по приостановлению, а при возможности, и обращению вспять эрозионных процессов, следовательно, по смягчению селевой опасности территорий.

Заметим, что, как отмечается в (Селеопасные..., 1976; Церетели, Церетели, 1986) и как наглядно показывают карты (Карта, 1989; Селевые явления..., 1987), интенсивность селевой деятельности на Кавказе повышается в направлении усиления континентальности и аридности климата, уменьшения продолжительности и увеличения интенсивности осадков, сужения поясов горных лесов и уменьшения густоты растительного покрова. Длительный дефицит поверхностного стока в засушливых районах и в засушливые периоды приводит к накоплению в селевых очагах, в верховьях бассейнов значительных объемов рыхлообломочного селеобразующего материала. В работе (Селевые явления..., 1987), на примере Грузии, отмечается, что чем суше район, тем больше возможная относительная величина суточного максимума осадков, а на основе выполненного И.И. Херхеулидзе анализа распределения осадков в целом по Кавказу, обосновывается вывод о том, что в различных, как увлажненных, так и засушливых зонах ливневые осадки в отдельных

реализациях могут быть соизмеримы между собой по интенсивности дождя. Между тем, именно интенсивные ливни способствуют формированию в горах мощных селевых потоков, особенно после длительного засушливого периода.

На основании анализа многолетних наблюдений установлено (Перов, 1996), что при суточных осадках порядка 80-120 мм сели могут образовываться в любых горных районах Кавказа, а при осадках 20-40 мм в сутки – лишь в условиях очень интенсивных денудационных процессов. Продолжительная засуха расширит границы последних. Возрастут оценочные параметры селевого стока, т.к. расчетные селеобразующие осадки (нанесенные на карты селеопасности - Карта..., 1989; Селевые явления..., 1987), практически останутся неизменными, а параметры селеактивности селевых очагов значительно возрастут. Селеопасные зоны начнут характеризоваться (а в ряде районов уже характеризуются) более высокими категориями риска. Это вызывает необходимость периодического обновления карт селевой опасности.

Разумеется реакция селевых бассейнов на засуху неоднозначна и зависит от многих факторов: времени ее начала, продолжительности, сопутствующего комплекса гидрометеорологических элементов (температуры воздуха и грунта, влажности воздуха и почвы), а также исходных исторически сложившихся характеристик и условий в зонах формирования селевых потоков: географического положения, геологических (почвогрунтовых) параметров, климатических особенностей, растительного покрова и т.п. Генезис составных компонентов селевой массы (в основном это вода и грунт), многообразие их возможных сочетаний, обуславливающих ее физические (реологические) свойства и характеристики, определяют различные, во многом дискуссионные подходы к систематизации и классификации селей. Для определения возможного влияния засухи на различные категории селей достаточно воспользоваться одной из новейших классификаций (Перов, 1996).

Из рассмотрения сразу же можно исключить формирующиеся в подводной зоне океанов и морей «квасиселевые», наиболее мощные потоки нашей планеты (высота до 200, длина пути до сотен километров, скорости – до 10-30 м/с). Длительная засуха, при сопутствующих высоких температурах воздуха, может существенно провоцировать и интенсифицировать «параселевые» (водоснежные и водолеянные потоки), в случаях, когда они формируются в нивально–ледниковой зоне и связаны со срывом ледяных масс, прорывом завальных ледниковых или снеголавинных плотин, с последующим возможным преобразованием прорывных масс в снего-ледо-водо-грунтовые сели весьма большой мощности.

Что касается колоссальной мощности «ультраселевых» потоков, возникающих при гляциальных процессах (подвижки ледников, срыв ледовых карнизов, прорыв моренных озер), эндогенных геологических процессах (извержении вулканов, землетрясениях) или как их следствие (прорыв крупных завальных плотин, разрушение высоких плотин), то здесь длительная засуха при высоких температурах воздуха может отразиться на ослаблении устойчивости фирноледяных и грунтовых масс при их насыщении водой. В то же время очень длительная засуха при высоких температурах, уменьшая массу воды в озерах и водохранилищах, будет уменьшать и возможные масштабы прорывных селей. Насколько существенно здесь влияние засухи по сравнению с мощностью самого явления и каковы возможные его последствия на ближайшую и отдаленную перспективу, повидимому, может быть определено лишь для каждого конкретного случая.

Влияние длительной засухи на «собственно селевые» (по Перову, 1996) потоки зависит от перечисленных выше характеристик самой засухи, от генезиса жидкой и твердой компоненты и условий формирования селей различных типов. В первом приближении, это влияние можно систематизировать в форме табл. 1.

Некоторые количественные оценки могут быть даны на базе формулы (1) - одной из ряда прогнозных зависимостей, полученных на основе параметрического дискриминантного анализа с просеиванием многолетней гидрометеорологической информации, помещенной в специализированный банк данных, содержащий материалы метеостанций, расположенных в левобережной части бассейна р. Алазани (Кварели, Ахмета, Телава), за селевой сезон с мая

по октябрь, с выделением «селевого» (по датам зафиксированных селей) и «неселевого» классов метеоэлементов потенциально определяющих селевую опасность (Херхеулидзе, Богуславская, 1990).

Табл. 1. Реакция селевых бассейнов на длительную засуху

НАЧАЛО И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАСУХИ			
В селевой сезон, после обильных зимних осадков	До селевого сезона (с дальнейшим продолжением)	За несколько сезонов года или лет до селевого сезона (с дальнейшим продолжением)	Прогноз на длительную перспективу действия засухи
Обильное увлажнение селевых очагов, сход малых селей, снежные и оползневые завалы. Мощные высокоплотные сели, при небольших осадках, интенсивном и значительном повышении температуры часто образуются в начале селевого сезона.	Интенсивное накопление рыхлообломочного материала в селевых очагах. Прохождение мощных селей, при обильных и интенсивных осадках (при прогревом грунте), вероятнее во второй половине селевого сезона.	Понижение частоты прохождения селей при увеличении их мощности и объема выноса. Формирование селей возможно в течение всего селевого сезона при обильных летних осадках и ливнях высокой интенсивности.	Понижение частоты прохождения селей при увеличении их мощности и объема выносов. Переход селевых районов в более высокую категорию селевой опасности. Повышенный риск катастрофического селепроявления.

$$V(x) = -11,29 + 0,081y + 0,270t_{min} + 0,051r + 0,111T_{max} + 0,0003S_y \quad (1)$$

y и r – суточный слой осадков и относительная влажность воздуха; t_{min} и T_{max} – минимальная температура поверхности почвы и максимальная температура воздуха; S_y – сумма осадков за предшествующие 20 дней. (прогноз селеопасности дается при $V(x) \geq 0$).

Если принять, что при засухе сумма осадков за предшествующий период равна нулю, а относительная влажность воздуха близка к минимальному для селевого класса значению (40 %, рис.1.А), получим зависимость

$$t_{min} = 3,7(9,25 - 0,111 T_{max} - 0,081y) \quad (2)$$

Задаваясь различными значениями суточного слоя осадков, а также значениями t_{min} или T_{max} в диапазоне их изменения в селевом классе предикторов, который (согласно гистограммам рис.1. В и Г) соответственно находится в пределах $10^0 - (>22^0)$ и $20^0 - (>40^0)$ градусов, можем очертить область наиболее опасного сочетания основных метеоэлементов, определяющего степень риска прохождения селей (рис. 2). В правом верхнем углу этой области расположена зона риска прохождения селя при отсутствии или минимальном количестве осадков. Выпадение сильных осадков в этой зоне температур увеличивает степень риска и масштаб возможного селепроявления (за счет вовлечения в движение больших масс селеобразующего материала). С уменьшением температур степень риска снижается, а величина селеобразующих осадков растет. Для проверки и уточнения прогнозных рекомендаций крайне важно проведение селевого мониторинга, включающего синхронные наблюдения за селеобразующими метеоэлементами, динамикой эрозионных процессов и механизмом их экстремального проявления в виде разрушительных оползней и селей.

О возможном влиянии длительной засухи на параметры селевого стока

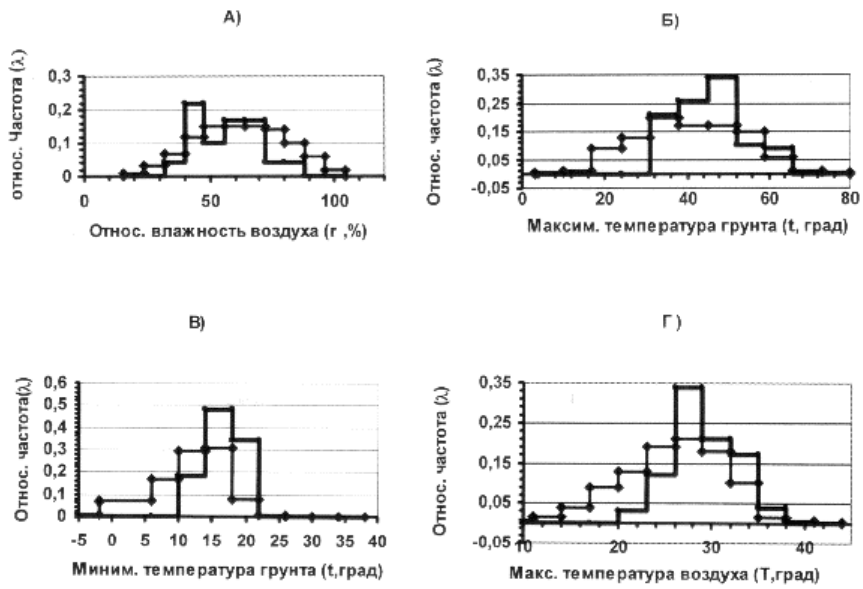


Рис.1. Относительные частоты распределения суточных значений относительной влажности воздуха - А); максимальной - Б) и минимальной - В) температуры почвы; максимальной температуры воздуха - Г); в селевом — и неселевом — классах предикторов

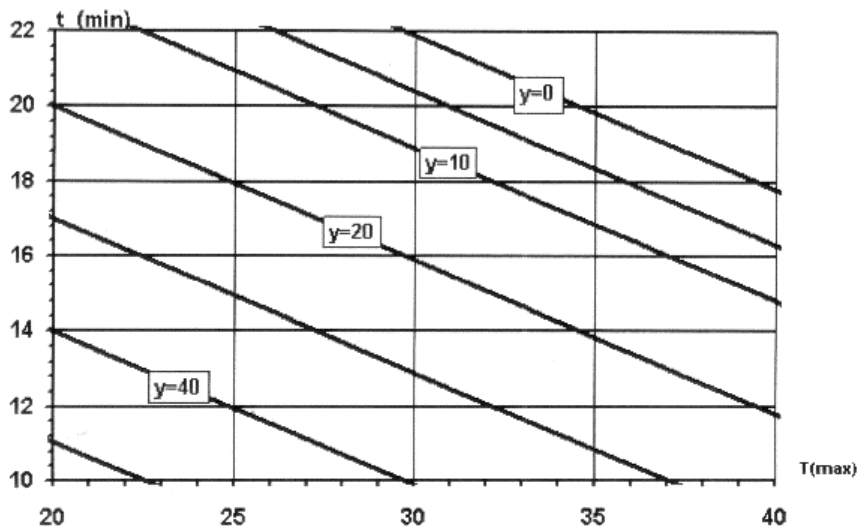


Рис.2. Фрагмент области наиболее опасного сочетания параметров основных метеозлементов, определяющего наличие риска прохождения селя

ЛИТЕРАТУРА

1. Бхандари Р.К. Оползни в Гималаях, причины возникновения и методы борьбы. М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1982, с. 120-152.
2. Карта селевой опасности Закавказья и Дагестана. (Под ред. Г.И. Херхеулидзе). М.: ГУГК СССР, 1989.
3. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. (Под ред. Г.Г. Сванидзе, Я.А. Цуцкиридзе). Л.: Гидрометеоздат, 1980, с. 51-59.
4. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. М.: Изд-во МГУ, 1996, 45с.
5. Селевые явления, селеопасные районы и карта селевой опасности Грузинской ССР. (Под ред. Г.И. Херхеулидзе). Тбилиси, 1987, с. 3-4.
6. Селеопасные районы СССР. (Под ред. С.М. Флейшмана и В.Ф. Перова). М.: Изд-во МГУ, 1976, с. 54-56.
7. Херхеулидзе Г.И., Богуславская З.П. О прогнозировании селевых явлений и селевой опасности в бассейне р. Алазани. Тр. ЗапНИГМИ, 1990, вып. 92 / 99, с. 29-46.
8. Церетели Э.Д., Церетели Д.Д. Геологические условия развития селей в Грузии. Тбилиси: Мецниереба. 186 с.
9. Черногорец С.С. Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир. 178 с.