

УДК 551.311.21:586 (574)

**ОЦЕНКА ДОПУСТИМЫХ РАЗМЕРОВ УЩЕРБА ОТ СЕЛЕЙ
РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

Канд. геогр. наук

Е.А. Таланов

Определена и обоснована функция потерь от селевых потоков для Алматинской области на основе систематизированных данных по десяти крупным селям с учетом их географических и геофизических особенностей. Установлена верхняя граница значений незначительных средних потерь при отдельных катастрофах.

Селевые явления – форма реализации селевого процесса в условиях определенной географической обстановки, естественной или измененной человеком [5]. Они включают в себя не только селевой процесс, но и его результат – рельеф и отложения селевого генезиса. Интенсивность развития селевого процесса во времени и в пространстве называют селевой активностью. Для оценки селевой активности во времени в пределах одного селевого бассейна используют показатели *повторяемости* и *объема селевых выносов* [5]. Для оценки селевой активности в пространстве используют показатели относительной густоты сети селевых русел (площади селевых очагов) и объема селевых выносов. Оценку степени селевой опасности целесообразно производить на основе двух показателей – степени селевой активности и степени освоенности территории или значимости объектов, расположенных в зоне возможной селевой угрозы в стоимостном выражении.

Селевые явления могут вызвать аварии техногенного характера, а это, в свою очередь, приводит к экологическим нарушениям. К природным источникам экологической опасности обычно относят процессы и явления, происходящие в самой природной среде и вызывающие отклонения ее состояния от «нормы», следствием чего являются экономические потери у различных общественных объектов. Определить точные размеры ущербов от экологических нарушений, которые возникают у отдельных объектов и общества в целом, в привычном для экономистов стоимостном эквиваленте часто не представляется возможным. Это связано хотя бы с тем, что многие статьи ущербов в денежном выражении не поддаются учету, по другим отсутствуют методики перевода их в стоимостное выражение, по третьим – еще не накоплено достаточно информации, чтобы

сделать обоснованные расчеты [11]. Например, в настоящее время отсутствуют оценки ущерба, когда самочувствие людей ухудшается вследствие снижения эстетического вида окружающей среды, вызываемого разрушением природных ландшафтов. Не поддаются однозначной оценке изменения, происходящие в среде обитания, структурах растительного и животного мира. Отсутствие знаний об экологических взаимосвязях мешает установлению оценок экономических потерь от сокращения пространства существования биологических сообществ и т.д.

Ущерб от селей – потери трудовых, материальных и финансовых ресурсов, вызванные разрушительным воздействием потока на хозяйственные объекты [5]. Ущерб от селей складывается из невосполнимых материальных потерь и расходов на ликвидацию последствий. Основными объектами разрушительного воздействия селей являются: жилые и производственные здания; полотно железных и шоссейных дорог с искусственными сооружениями вдоль них, подвижной состав, автотранспорт; сельскохозяйственные земли, урожай, скот; линии электропередачи, газопроводы, каналы; здания и сооружения спортивного и туристического назначения. Существует два аспекта оценки ущерба от селей – социальный и экономический. К *социальному* относится ущерб, связанный с людскими потерями и различными нарушениями ритма общественной жизни, к *экономическому* – ущерб, наносимый объектам хозяйства, который может быть выражен в натуральных показателях и имеет стоимостную оценку. Экономический ущерб подразделяют на *прямой* (результат прямого физического воздействия потока) и *косвенный* (результат нарушения ритма хозяйственной деятельности и жизни населения вследствие формирования селя). Сумма величин прямого и косвенного ущерба образует *фактический* ущерб. Социальный и ожидаемый экономический ущерб служит основными критериями при обосновании суммы расходов на реализацию *мер защиты от селей*.

Во многих странах неоднократно предпринимались попытки определения хотя бы масштабов поддающихся учету потерь, вызванных стихийными явлениями, в том числе селевыми потоками. Эти потери охватывают в основном экономическую составляющую ущерба и лишь частично социальную, практически не отражая его эстетическую сторону. Однако следует признать, что оценки и таких достаточно усеченных по составу потерь впечатляют. Так, общая величина ущерба от разрушения окружающей среды по далеко неполному перечню статей составила около 6 % валового внутреннего продукта (ВВП) ФРГ (на начало 80-х годов). По другим оценкам,

если к данным потерям добавить расходы на защиту населения от загрязнения окружающей среды путем изменения условий проживания (перестройка жилого фонда, удлинение поездок до новых мест отдыха и т.п.), то ежегодный экологический ущерб составит 180 млрд. марок или 10 % ВВП страны [11]. К началу 90-х годов в промышленно развитых странах Европы ежегодный ущерб от загрязнения окружающей среды составлял уже 4...8 % ВВП, в том числе в странах ЕС – 6...8 %.

Японские специалисты, используя более сложную методику определения комплексной величины как ущерба от загрязнения окружающей среды, так и чистого национального богатства (рассчитываемого как сумма стоимости накопленных материальных благ, знаний, здоровья населения и природных богатств), установили, что удельный вес экологического ущерба в составе этого показателя только за период с 1955 по 1970 годы в стране увеличился почти в 70 раз и составил 13,8 %. **Опасность экологическая** – ситуация, в которой могут происходить нежелательные события, вызывающие отклонения состояния *здоровья населения* и/или состояния *окружающей среды* от их среднестатистического значения; отклонение определенных *параметров*, признаков, факторов, характеризующих состояние окружающей среды, от их установленных (оптимальных, допустимых и т.д.) значений [8]. Мерой экологической опасности является **риск**.

Существуют определенные сложности оценки ущербов и от чрезвычайных ситуаций (ЧС) различной природы. Так, по данным научного Центра по эпидемиологическим катастрофам (Брюссель), природные катастрофы с 1965 по 1992 годы нанесли ущерб мировому сообществу на сумму примерно 340 млрд. долларов. При этом по мере развития экономики, роста численности населения создаются предпосылки формирования более уязвимой окружающей среды, в которой происходит постоянное увеличение техногенных аварий и природных стихийных бедствий (катастроф), сопровождающихся все большими по своим размерам экономическими ущербами. Так, только пострадавших в мире от них ежегодно увеличивается на 6 %. В мире постоянно увеличивается число крупнейших природных катастроф с величиной ущерба, превышающей 1 % ВВП пострадавшей территории. Экономический ущерб от стихийных бедствий (по достаточно грубым подсчетам) в эти годы составил: 63,2 млрд. долларов США (более 1000 долларов год на одного жителя) и в развивающихся странах – 23 млрд. долларов (9 долларов). Разница в цифрах объясняется

более высоким уровнем материальных ценностей, накопленных в развитых странах. За последние 30 лет количество таких катастроф возросло более чем в 4 раза [11]. Они уносили и уносят тысячи человеческих жизней, разрушают города, дороги и все, что создано трудом многих поколений людей, при этом 57 % общего числа людей, пострадавших от стихийных природных бедствий в мире за период 1993–2002 гг., приходится на наводнения, 30 % на засухи, 1 % на сели и лавины. К числу наиболее опасных гидрологических явлений относятся наводнения, маловодье, сели, заторно-зажорные явления [12].

Материальный ущерб, который наносят оползни и сели в таких странах, как Япония, Италия и США в каждой из них ежегодно превышает 1 млрд. долларов [4]. Для большинства стран, к сожалению, отсутствуют достоверные данные об экономическом ущербе, возникающем в результате таких стихийных бедствий, за исключением разрозненных отчетов об отдельных катастрофах. Столь же не полной является информация о жертвах. Однако там, где такая информация все-таки собирается и систематизируется, годовые цифры ущерба и человеческих жертв оказываются впечатляющими. В Японии, например, в период между 1967 и 1982 годами от оползней и селей в среднем за год погибало около 150 человек, т.е. в целом больше, чем от наводнений. В США аналогичные бедствия ежегодно завершались гибелью около 25 человек.

На территории РФ ежегодно происходило около 1350 техногенных и природных ЧС (за период с 1993 по 1999 годы). За последние два года этого периода только прямой материальный ущерб составил почти 15 млрд. руб. (1998 г.) и свыше 21 млрд. руб. (1999 г.), причем примерно 75...80 % этого ущерба приходится на природные ЧС. Среди стихийных бедствий в РФ лидируют (в %): наводнения – 36, ураганы, бури, штормы, смерчи – 20, сильные и длительные ливни – 14, землетрясения – 8, оползни, обвалы и сели – 5. Уязвимость объектов от чрезвычайных ситуаций различной природы ежегодно повышалась примерно на 4 % по числу погибших и на 10 % по нанесенному материальному ущербу (по состоянию на 90-е годы). Общий ежегодный совокупный материальный ущерб обществу с учетом затрат на ликвидацию последствий от ЧС различных типов в РФ оценивается в 100...125 млрд. руб. Из этой суммы 60 % приходится на природные ЧС, что составляет примерно 1 % ВВП страны. Ориентировочный социально-экономический ущерб от селей (приводящих к гибели людей) составил среднемноголетнюю величину 7 млн. руб. в год, а разовый

(возможный) достигает 0,68 млрд. рублей [11]. За последние годы произошло не только уточнение трактовки территориального уровня составления кадастра, но изменились подходы к ГВК и его ведению (1996 г). В список видов водных объектов ГВК были добавлены пруды, болота и снежники, а исключены из списка селевые потоки [1].

Около 75 % территории Казахстана подвержено повышенному риску природных катастроф [6], в том числе от формирования селевых потоков в Алматинской, Мангистауской, Южно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской областях. На горной территории республики в пределах Казахстанского Алтая, Тарбагатая, Саура, Кетменя, Джунгарского, Терскей, Кунгей, Заилийского Алатау, Киргизского хребта и хребтов Западного Тянь-Шаня выявлено 5140 селевых очагов и более 300 селевых бассейнов [6], а в общей сложности около 70 % горных районов принадлежит к категориям средней и высокой селеопасности [2]. Имеются сведения о почти 800 крупных селевых потоках различного происхождения, но они не в полной мере отражают реальные масштабы селевой деятельности из-за неравномерности и весьма слабой изученности селевых бассейнов. Наиболее часто, более чем в 80 % случаев, возникали ливневые сели. В зоне воздействия селевых потоков находятся наиболее освоенные и густонаселенные районы, в них проживает более 6 млн. человек и расположены крупные города, такие как Алматы, Талдыкорган, Шымкент, Жамбыл. В период с 1920 по 1999 годы от селевых потоков здесь погибло более 1000 человек [6], из них около 500 человек в Алма-Ате (1921 г.) [13]. Согласно имеющимся оценочным расчетам, только прямой суммарный материальный ущерб от возможных селевых потоков в Казахстане может превысить 700 миллионов долларов США за селеопасный период [6].

Описание в работах [2, 4, 6, 13], выдающихся селевых потоков на реках Каскелен (1988), Б. Алматинка (1977), М. Алматинка (1921, 1973, 1999 годы), Талгар (1993), Исык (1963), Текели (1959), Сарканд (1982), характеризует некоторые факторы и условия формирования природных катастроф. Талдыбулакский оползень (14 марта 2004 г.), преодолев путь около полутора километров с перепадом высот 300 м (в диапазоне высот 900...1245 м) и со скоростью до 50 км/час, отложил почвенно-грунтовую массу объемом более 1 млн. м³ (а по некоторым оценкам 3 млн. м³) [3]. По имеющимся данным об ущербе от оползней и селевых потоков в Алматинской области (см. табл.) определены, в соответствии с методикой [10], индексы географической составляющей потерь (ISg) и за счет разрушительной силы (ISc) катастроф, обуславливающие потен-

циальные потери (IS). Характерные масштабы селевых явлений $S_0 = 50 \text{ км}^2$, $\tau_0 = 6$ часов (или $6,849 \cdot 10^{-4}$ год) с разрушительной максимальной силой в 10 баллов вполне согласуются с общепринятыми оценками для основных опасных явлений природы. По данным [7], для града/грозы предельное разрушение составляет 6 баллов при площади распространения 1 км^2 и продолжительности 1 час ($1,14 \cdot 10^{-4}$ год), для оползня воздействие оценено в 10 баллов при площади в 100 км^2 за тот же интервал времени, наводнение охватывает 1000 тыс. км^2 при продолжительности 240 часов ($2,74 \cdot 10^{-2}$ год) с разрушительной способностью 8 баллов. Наиболее опасные для человечества катастрофы – это те, которые имеют большую продолжительность и площадь распространения.

Для идентификации средних геометрических значений площади (S), охваченной катастрофами, и их продолжительности (T) используются выражения

$$S = (\prod S_i)^{1/n}, \quad T = (\prod \tau_i)^{1/n}.$$

При расчете потерь от селей учитывались не только число погибших человек (для регионального уровня $C_0 = 500$ чел.), но и количество пострадавших ($C_0 = 1000$ чел.) с весовым коэффициентом равным 0,3. В Казахстане, в соответствии с критериями чрезвычайных ситуаций природного характера [6], размер регионального прямого материального ущерба может достигать 5 млн. минимальных расчетных показателей или составить 38 млн. долларов США.

Приведенные потери от экзогенных процессов (IS) имеют наибольшую величину 2,35 (см табл.) для селевого потока на М. Алматинке (1921 год), сформированного в результате выпадения дождя, и наименьшее значение (минус 1,57) для аналогичного явления, имевшего место в 1999 году на реке Беделбай (приток М. Алматинки). Для гляциального селя (1973 г.) приведенные потери характеризуются величиной 1,09. Таким образом, можно ранжировать явления по силе разрушения и причиненному ущербу, обеспечивая тем самым единый подход к определению эффекта разных природных катастроф и стихийных бедствий. Анализируя представленные данные в таблице, можно сделать вывод, что географическая составляющая потенциальных потерь от селей (ISg) имеет тенденцию к уменьшению значения во времени за счет проведения профилактических и селезащитных мероприятий. Так, в селевом бассейне М. Алматинка этот показатель изменяется от 1,29 (1921 г.) до минус 1,39 (1999 г.), тогда как по оценкам [10] для Карасайского района значение ISg равно 0,20 за счет высокой концентрации населения (69 чел./км^2) и эконо-

мических факторов. Следует отметить, что учет повышенной концентрации городского населения в формуле для индекса ISg пока не произведен.

По существу, более или менее точно предвидеть ущерб невозможно, поскольку заранее не известно, какой силы будет событие, как оно будет развиваться, в какой степени помогут снизить его размер защитные мероприятия, как проявит себя персонал в нестандартной ситуации, от эффективности действий которого часто зависит и размер ущерба и т.д. В связи с этим теория риск-анализа не предполагает обязательность однозначной и точной оценки ущерба в каждой конкретной ситуации. Как правило, целью этого этапа исследований является **формирование закона распределения вероятностей ущерба на однотипных объектах для того или иного неблагоприятного события с учетом его силы**. Таким образом, этот закон можно считать условным распределением, соответствующим характеристикам определенного неблагоприятного события и ряду условий его проявления (защищенности объекта, возможности развития каскадных эффектов и т.п.).

В исследованиях риска обычно используются некоторые *типовые законы распределения ущербов* (экспоненциальный, нормальный, логнормальный и т.п.). Это связано с тем, что на практике с достаточной степенью точности для каждого случая общий закон сформировать не представляется возможным. Обычно закон с той или иной степенью достоверности отражает эмпирические частоты размеров понесенного ущерба при аналогичных, имевших место в прошлом ситуациях, выражает более или менее правдоподобные теоретические концепции. Существует значительная неопределенность в оценках закона распределения ущерба по объектам разного уровня, вызванная отсутствием хорошо обоснованных методов прогнозирования вероятностей проявления неблагоприятных событий с экологическими последствиями, методов оценки вероятностей появления ущербов разной величины у отдельных объектов (условных вероятностей), а также методик определения стоимостных показателей ущербов.

Для Алматинской области функция средних потерь от селей (по данным 1998...2003 гг.), которая выражена через показатель (IS), расположена выше значений причиняемых ущербов отдельными катастрофами, за исключением чрезвычайного события 1921 года (рис.). Несмотря на то, что разрушительная сила этого селевого потока оценена величиной ISc (геофизический индекс) равной всего 1,06 (см. табл.), но воздействие природной стихии пришлось на незащищенный город с высокой плотностью

Таблица

Основные характеристики экзогенных явлений и причиненный от них ущерб в Алматинской области

Шифр по каталогу [11]	Селевой бассейн	Год	Характеристика селевых явлений		Ущерб					Индекс потенциальных потерь			Селевая опасность, балл
			продолжительность, час	площадь, км ²	пострадало человек	погибло человек	млн. руб. (млн. тенге)	млн. \$ США	курс руб. (тенге) к 1\$ США	ISg	ISc	IS	
				Зайлийский Алатау									
13(8)26	М. Алматинка	1921	3	120	80	500	700	700	1,0	1,29	1,06	2,35	10
13(8)33	Иссык	1963	4	256	1000	100	10	10	1,0	-0,12	1,52	1,43	10
13(8)26	М. Алматинка	1973	3	77,5		30	50	40	0,8	0,22	0,87	1,09	10
13(8)25	Б. Алматинка	1977	3	280		10	10	8,0	0,8	-0,64	1,39	0,75	10
13(8)17	Каскелен (Жаманкум)	1988	48	6,4		5	10	6,9	0,69	-0,72	0,99	0,28	10
13(8)29	Талгар	1993	3	119		0	130	2,32	0,018	-1,22	0,82	-0,40	9
13(8)26	Беделбай	1999	6	5,92	100	0	(50)	0,418	(0,008)	-1,39	-0,18	-1,57	9
13(8)37	Талдыбулак	2004	12	2,0	50	29	(5)	0,038	(0,0077)	-1,13	-0,83	-1,96	7
				Джунгарский Алатау									
14(3)30	Текели	1959	6	63,0	300	89	2	2,0	1,0	-0,49	0,84	0,35	9
14(5)6	Сарканд	1982	6	228		0	3	2,4	0,8	-1,26	1,40	0,14	9

населения. Именно эта особенность отражается показателем ISg, имеющего высокое значение 1,29.

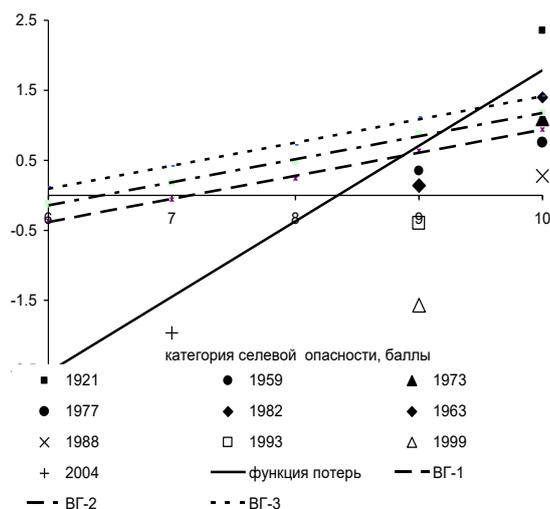


Рис. Функция потерь и верхняя граница (Vg) значений средних потерь при различной селевой опасности в Алматинской области

Вместе с тем стратегию поведения (защиты от последствий неблагоприятных ситуаций) объект часто выбирает, исходя из показателей максимально приемлемой величины ущерба и максимально допустимой вероятности его возникновения. Содержательный смысл последней характеристики состоит в том, что в качестве исходного показателя при разработке стратегии защиты принимается некоторое очень малое значение вероятности получения крупных убытков. Так, допустимый уровень вероятности аварийной ситуации с большим ущербом (катастрофы) на промышленных предприятиях определяется величиной $10^{-5} \dots 10^{-6}$ в год. Максимально приемлемое значение величины ущерба является ориентиром для обоснования и внедрения в практику мероприятий по защите объекта от неблагоприятных воздействий, обусловленных загрязнением окружающей среды. Ущерб ниже этого уровня рассматриваются как естественные в данной ситуации. Их снижение не приносит ощутимой выгоды объекту, например, из-за того, что стоимость необходимых для этого защитных мероприятий превышает размер таких убытков.

Для каждого объекта верхняя граница приемлемого риска достаточно индивидуальна. Как правило, она определяется величиной непредвиденных допустимых издержек его функционирования (для промышленных объектов), степенью устойчивости по отношению к силе антропоген-

ного воздействия (для природных комплексов), соотношением затрат и выгод, связанных со снижением риска. В мировой практике выработаны определенные рекомендации по установлению границы приемлемого риска для человека, которые используются при обосновании систем безопасности жизнедеятельности населения и нормативов качества окружающей среды. При этом уровни приемлемого риска для разных стран отличаются весьма существенно. В Голландии, при обосновании размещения производства, исходят из предельной величины приемлемого риска 10^{-6} в год (вероятность гибели одного человека в результате аварии на производстве). В Великобритании этот показатель определяется уровнем $6 \cdot 10^{-6}$, установленным Комитетом по здравоохранению и промышленной безопасности. В. Маршалл, анализируя смертность населения в развитых странах, пришел к выводу, что граница приемлемого риска должна быть выше величины $5 \cdot 10^{-6}$ (уровень фонового риска смертности от совокупности различных причин). В Российской Федерации, учитывая сложившуюся экономическую ситуацию, частоту аварий и катастроф природного и техногенного характера, реально возможную величину вложений в систему безопасности и другие факторы социально-экономического развития, уровень приемлемого риска должен составлять величину, находящуюся в пределах $10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-5}$ [11].

Если в рассматриваемом регионе происходит множество однородных по потерям катастроф, то для выяснения границ, при выходе за которые средние потери оказываются значимыми для геофизических процессов, следует принять во внимание экономический потенциал района. Его можно охарактеризовать величиной допустимой погрешности при расчете бюджета этого региона. Обозначив величину бюджета через BV и учитывая, что при сравнении бюджетов публикуют относительные данные с точностью до десятых долей процента, можно определить верхнюю границу m_{ISm} значения незначительных средних потерь при отдельных катастрофах – m_{is} [7]:

$$m_{ISm} = lg \left(\frac{0,001}{m_{\beta}} \right) BV \geq m_{is}, \quad (1)$$

где m_{β} – математическое ожидание случайной функции регистрации селевого потока за выбранный календарный период, которое является вероятностью рассматриваемых катастроф за этот период (размерность 1/год), т.е. риском.

По формуле (1) допустимые потери при селевых потоках, формирующихся не чаще одного раза в пять лет ($m_{\beta} = 1/5$), не превышают 0,5 % ве-

личины *BV* годового бюджета региона. Тогда как для селей, возможных раз в сто лет, допустимы и потери 10 % величины годового бюджета региона. В 1974 году бюджет Алматинской области составлял около 108 млн. руб. (87 млн. долларов США), поэтому верхняя граница потерь (ВГ-1), показанная на рисунке, являлась приемлемой для селей, масштаб которых не превышает по объему переносимого грунта 100 тыс. м³ (разрушительная сила до 9 баллов). В настоящее время бюджет Алматинской области возрос в среднем до 158 млн. долларов США (период 1998...2003 гг. [9]), поэтому величина потенциальных возможностей региона повысилась (ВГ-2), что создает предпосылки для реализации противоселевых защитных мероприятий. Ежегодное выделение средств из бюджета области до 5 % необходимое и достаточное условие для организации мониторинга за селевыми явлениями и их прогнозирования, повторяемость которых не реже одного раза в 50 лет. Для редких событий (повторяемость один раз в 100 лет), которые наносят ощутимый ущерб региону, даже выделяемые ежегодные средства в пределах 10 % от бюджета в масштабе не только Алматинской области (ВГ-2), но Республики Казахстана (ВГ-3) будут явно недостаточными для ликвидации последствий и компенсации (восстановления) потерь. Для создания безопасных условий жизнедеятельности в регионе необходимо провести научно-обоснованную оценку селевого риска с целью разработки комплексной схемы системы наблюдений (мониторинг, прогноз) и эффективной защиты населения (управление риском) от мощных селевых потоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вуглинский В.С., Пугач С.Л., Резник Э.А. Система гидрологических наблюдений: проблемы получения данных, их обобщения и обеспечения потребителей. Государственный водный кадастр. // Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – С. 15–20.
2. Медеуов А.Р., Нурланов М.Т. Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана: (Проблемы управления). – Алматы: Каржыкаражат, 1996. – 204 с.
3. Науменко А.А. В горах сошли оползни и оплывины. // Вестник КазНУ. Сер. Географическая. – 2004. – №1 (18). – С.185–186.
4. Оползни и сели. Т. 2. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – 249 с.
5. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 46 с.

6. План подготовленности Казахстана к природным катастрофам (Проект Правительства РК KAZ(98/003/B/07/99). – Алматы, 2000. – 256 с.
7. Русин И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. – СПб.: РГГМУ, 2003. – 140 с.
8. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь справочник. / Под ред. А.Л. Яншина. – М.: Academia, 2000. – 384 с.
9. Статистический ежегодник Алматинской области. 2003 год – Талдыкорган, 2004. – 539 с.
10. Таланов Е.А. Методика оценки потенциального ущерба от разрушительной силы селевых явлений. // Вестник КазНУ. Сер. Географическая. – 2005. – №1 (20). – С.53–60.
11. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 350 с.
12. Фролов А.В., Борщ С.В., Дмитриев Е.С., Болгов М.В., Алексеевский Н.И. Опасные гидрологические явления: методы анализа и прогнозирования, смягчение негативных последствий // Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. Пленарное заседание. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – С. 21–26.
13. Yesenov Y.E., Degovets A.S. Protection of the city of Alma-Ata from mud-rock flows, Landslides and mudflows. Reports of Alma-Ata International Seminar, Alma-Ata, October 1981, –UNESCO. – 1982. –P. 454-465.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ҚАУАТЫ ӘРТҮРЛІ СЕЛДЕРДЕН БОЛАТЫН ЗИЯННЫҢ РАУАЛЫ МӨЛШЕРІН АЙМАҚТЫҚ ДЕҢГЕЙДЕ БАҒАЛАУ

Геогр. ғылымд. канд. Е.А. Таланов

Алматы облысы үшін сел ағындарынан болатын шығын функциясы он ірі сел бойынша олардың географиялық және геофизикалық ерекшеліктерін есепке ала отырып анықталған және негізделген. Жекелеген апаттар кезіндегі шамалы орташа шығындардың жоғарғы шекарасы белгіленген.