

УДК 551.4.042

**ЧИСЛЕННЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ
ДЕТАЛИЗАЦИИ ФАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ
ВЫСОКОГОРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ
НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МЕТОДОЛОГИИ**

© ²Марченко П.Е., ¹Джаппуев Д.Р.

¹КБНЦ РАН, г. Нальчик, Россия

²КБГУ, г. Нальчик, Россия

В рамках проводимых авторских исследований по численной интегральной оценке подверженности геосистем опасным экзогенным процессам различных типов на основе геоинформационной методологии для нескольких высокогорных населенных пунктов Кабардино-Балкарии впервые получены уникальные по степени детализации оценки фактической селевой опасности за последние 80 лет.

Ключевые слова: селеопасное русло, селевая опасность, фактическая природная опасность, геотаксон, интегральная оценка фактической селевой опасности.

Высокая степень подверженности территории Кабардино-Балкарской Республики опасным экзогенным процессам (ОЭП) различных типов, в первую очередь селевым потокам, диктует необходимость развития и применения на практике современных методов численной оценки степени опасности, опирающихся на геоинформационные технологии, а также адекватные физические параметры, характеризующие степень опасности ОЭП для населения и хозяйственных объектов.

Данная работа является частью многолетних авторских исследований подверженности геосистем совокупности ОЭП на территории Северного Кавказа [например, 3-6]. Представлены результаты реализации развиваемой авторами геоинформационной методологии численной интегральной оценки подверженности геосистем опасным природным процессам (ОПП), для получения уникальных по степени детализации численных оценок фактической селевой опасности для конкретных территориальных систем Кабардино-Балкарской Республики – с. Верхний Баксан и Булунгу.

Применяя авторскую методологию численной интегральной оценки природной, в том числе экзогенной опасности, для наиболее характерных с точки зрения воздействия ОЭП на рассматриваемые геосистемы, в настоящей работе получены численные оценки фактической опасности, различной, уникальной на сегодняшний день, степени детализации для рассматриваемых участков.

В рамках методологии анализируемая геосистема разбивается на определенное число геотаксонов равной площади и, как правило, квадратной формы. При определении интегрального показателя экзогенной опасности геотаксона (ИПЭОГт) он разбивается на определенное количество квадратных ячеек; вся имеющаяся информация по степени опасности процесса в каждой ячейке геотаксона соотносится к точкам (узлам),

совпадающим с центрами ячеек. В соответствии с ранее полученными результатами, обязательным условием, определяющим корректность вычислений ИПЭОГт, является равномерность распределения расчетных узлов по геотаксону и равенство площадей ячеек, на которые разбивается геотаксон. При этом, как правило, наиболее оптимальным является число узлов в геотаксоне равное 16, 25.

Выполнение технологических этапов при реализации методики численной интегральной оценки степени подверженности геотаксона ОЭП приводит к матрице (вектору), элементами которой являются числа, определяющие степень опасности для каждого из узлов этого геотаксона. Непосредственно численное значение ИПЭОГт – это норма вектора, элементами которого являются показатели опасности расчетных узлов геотаксона.

В соответствии с методологией, получение численных интегральных оценок в данном случае селевой опасности осуществляется посредством определения нормы вектора, элементами которого являются показатели опасности расчетных узлов анализируемых геотаксонов:

$$D_n = \frac{1}{M} \left(\sum_{i=1}^m \beta_i^n \right)^{1/n}, \quad (1)$$

где β_i – значение опасности в узле i в баллах, взаимно-однозначно связанное с, например, соответствующими значениями шкалы суммарных давлений (ниже представлена часть таблицы, соответствующая специфике селевой опасности исследуемых районов, и устанавливающая взаимно-однозначное соответствие степени разрушений хозяйственных объектов и опасности в баллах; полная таблица представлена в более ранних наших работах) [7], M – общее количество расчетных узлов геотаксона.

Ниже в картографической форме представлены полученные результаты численных интегральных оценок фактической селевой опасности на избранных участках КБР, это территория населенных пунктов Эльбрусского района- Верхний Баксан и территория населенного пункта Чегемского района- Булунгу. Отличительной особенностью рассматриваемых территории является то, что на данных участках существуют несколько селевых бассейнов, которые срабатывали практически одновременно, неся угрозу населенным пунктам, находящимся в непосредственной близости от селеопасных русел. На территории населенного пункта Верхний Баксан (рис. 1) срабатывали Сылтран-Су и Кыртык [1].

Документально зафиксированные факты схода селевых потоков имели место в XIX и XX вв., сопровождалась человеческими жертвами, многочисленными разрушениями и повреждениями жилых домов, хозяйственных построек. [1].

В другом, рассматриваемом нами в рамках данной работы населенном пункте, селении Булунгу, сели сходят преимущественно с дождевым, ледниково-дождевым генезисом, по типу – грязекаменные, водокаменные. Объемы максимального одновременного выноса по данным [2] составляют 100-500 тыс. м³ и более, с повторяемостью 1 раз в 5-10 лет. По имеющимся фактическим данным по р. Булунгу-Су селевые потоки сходили: 05.08.1927 г., 08.1940г., в 1947 г., 1950 г., 16.08.1954 г., в 1960 г., 1966 г. [2]. Опрос местных жителей, проведенный нами по выявлению деталей, фактов селепроявлений в данном районе, показал, что селевые потоки сходили здесь также 19 июля 1983 г. и 01 июля 2002 г.

Наиболее показательным в плане катастрофичности, примером схода селевого потока по реке Булунгу-Су можно считать сель, прошедший по руслу 03 августа 2007 г. На основании имеющихся литературных данных, а также опросов жителей селения Булунгу установлено, что селевой поток по типу был грязе-водокаменный. В результате схода селя погиб 1 человек, частично разрушено 8 домов и хозяйственные постройки, подтоплено 16 домов, пострадал домашний скот, автомобили местных жителей.

Таблица

Шкала критических значений суммарного давления ОЭП и соответствующих баллов при разрушении (уничтожении) хозяйственных и природных объектов

№ п/п	Балл	Суммарное давление ОЭП, Р, 10 ⁵ Па	Примеры хозяйственных и природных объектов в зоне поражения ОЭП
1.	1	0,05	Разрушение стекол, оконных рам, дверей; изгородей; слом ветвей деревьев.
2.	2	0,5	Разрушение деревянных зданий, слом молодых деревьев.
3.	3	1,0	Разрушение: бескаркасных кирпичных зданий с покрытием из ж/б элементов, малоэтажных и многоэтажных (три этажа и более); наземных стальных газгольдеров; резервуаров для хранения нефте- и химпродуктов; перекачивающих и компрессорных станций.
4.	4	1,5	Разрушение зданий каркасного типа с легким заполнением; зданий со стальными и ж/б каркасами; кирпичных зданий с покрытием из ж/б элементов; зданий тяговых подстанций, фидерных, трансформаторных; контактной сети ж/д, воздушных ЛЭП; деревянных низководных мостов; водонапорных башен; автомобилей грузовых, цистерн; резервуарных парков (заполненных); частично заглубленных резервуаров; антенных устройств; слом стволов деревьев.
5.	5	3,0	Разрушение зданий вокзалов, депо, ТЭЦ; зданий из сборного ж/б; складов-навесов из ж/б элементов; частично заглубленных резервуаров для хранения нефте- и химпродуктов; воздушных высоковольтных ЛЭП; трубопроводов на металлических и ж/б эстакадах; кабельных подземных линий связи; слом старого леса.
6.	6	5	Разрушение зданий ГЭС из монолитного ж/б; стальных и ж/б подземных резервуаров для нефте- и химпродуктов; мостов из металла и железобетона пролетом до 50 м.



Рис. 1. Численные интегральные оценки фактической селевой опасности для территории населенного пункта Верхний Баксан, КБР. Размер анализируемого геотаксона 50×50 м

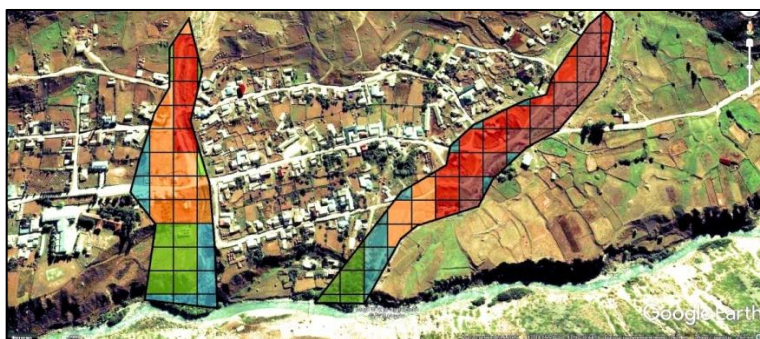


Рис. 2. Численные интегральные оценки фактической селевой опасности для территории населенного пункта Булунгу, КБР. Размер анализируемого геотаксона 40X40 м

Полученные данные были тщательно проанализированы и на их основе проведена работа по численным интегральным оценкам селевой опасности рассматриваемых населенных пунктов (рис. 1, 2).

Приведем краткие пояснения к полученным результатам. В геотаксонах, опираясь на полученные значения экспертных оценок (в рассматриваемом случае воздействия на геотаксоны ОПП лишь одного генетического типа – селей), были приведены значения опасности, соответствующие той или иной категории цветовой шкалы (рис. 3), которые ярко выражены в иллюстративной форме картографического материала.






	—	$0 < D_2^2 \text{ при } p < 0,25$	Значения при которых возможно строительство, с учетом инженерных рекомендаций.
	—	$0,25 \leq D_2^2 \text{ при } p < 0,5$	Значения при которых категорически нежелательно ведение строительства.
	—	$0,5 \leq D_2^2 \text{ при } p < 1$	Значения при которых идет разрушение бескаркасных кирпичных зданий и сооружений.
	—	$1 \leq D_2^2 \text{ при } p < 3$	Значения при которых идет разрушение зданий и сооружений из сборного ж/б.
	—	$D_2^2 \text{ при } p \geq 3$	Значения при которых идет разрушение зданий и сооружений из монолитного, армированного ж/б.

Рис. 3. Шкала критических значений суммарного давления ОПП и соответствующих баллов при разрушении (уничтожении) хозяйственных и природных объектов.

Естественным образом, максимальные значения опасности (5 градация) присвоены геотаксонам, непосредственно примыкающим к руслу реки и расположенным вблизи его. С увеличением же расстояния от русла реки, вполне логично, балльные оценки опасности уменьшаются и, соответственно, геотаксоны переходят к более низким по значениям опасности градациям.

Данная схема реализации комплексных исследований оценки той или иной экзогенной опасности универсальна и может применяться для любых территориальных систем (геосистем) с требуемыми показателями степени детализации.

Литература

1. Буртаков Л.А., Кирюхин В.В. К вопросу об условиях образования селей в Баксанском ущелье // Труды ВГИ, 1969. Вып. 15. с. 69-80.
2. Ковалев П.В. Материалы Кавказской экспедиции. Т. 7. Харьков. 1969.
3. Марченко П.Е. Методологические основы определения интегральных показателей природно-техногенной опасности территорий и их сравнения по степени подверженности опасным процессам. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2009. 242 с.
4. Марченко П.Е. Численные интегральные оценки подверженности Южного Приэльбрусья опасным экзогенным процессам: вопросы детализации и сезонной дифференциации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2015. №4. С.45- 52.
5. Марченко П.Е., Джампугев Д.Р. Численные интегральные оценки фактической селевой опасности верховьев реки Черек Безенгийский (Кабардино-Балкарская Республика) Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2017. № 1 (75). С. 65-74.
6. Марченко П.Е., Джампугев Д.Р. Численная интегральная оценка фактической селевой опасности верховьев Баксанского ущелья Кабардино-Балкарской Республики. Известия кабардино-балкарского научного центра ран, 2017. № 4 (78). С. 32-39.
7. Марченко П.Е. Вопросы детализации интегральных оценок природной опасности геосистем (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2014. № 6. С. 86-92.