

DOI: 10.26104/NNTIK.2022.17.55.017

Загинаев В.В., Ерохин С.А., Оморова Г.

КЫРГЫЗ ТОО КЫРКАСЫНЫН ТҮНДҮК КАПТАЛЫНДАГЫ  
ДАРЫЯ ӨРӨӨНДӨРҮНДӨ СЕЛДИН АКТИВДҮҮЛҮГҮ

Загинаев В.В., Ерохин С.А., Оморова Г.

ПАЛЕО-СЕЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ РЕЧНЫХ ДОЛИН  
СЕВЕРНОГО СКЛОНА КЫРГЫЗСКОГО ХРЕБТА

V. Zaginaev, S. Erokhin, G. Omorova

PALEO-MUDFLOW ACTIVITY OF RIVER VALLEYS THE  
NORTHERN SLOPE OF THE KYRGYZ RIDGE

УДК: 627.141.1

Кыргыз тоо кыркаларынын түндүк капталындагы негизги дарыя өрөөндөрүнүн дээрлик бардыгы селден жабыркаган. Эң күчтүү жана кооптуу сел суулары бийик тоолуу көлдөрдүн ачылышында пайда болот. Жаан-чачындын кесепетинен келип чыккан сел суулары анчалык коркунучтуу эмес. Бирок статистика селдин бардыгын камтыбайт, бирок чарбалык объектилерге жана калкка коркунуч келтиргендерди гана камтыйт, бирок коркунуч жаратпаган ийгиликтер дагы бар, бирок ошол эле учурда алар селдин конусун калыбына келтирип, сел алып келишет материалдык жардамы менен өрөөнгө кирип, каналды бөгөп, келечектеги селдерге ыңгайлуу шарттарды түзүп бериңиз. Сел процесстеринин динамикасын жакшыраак түшүнүү үчүн сел активдүү болгон өрөөндөрдө дендрогеографиялык ыкма колдонулуп, сел агымынын жылдарын аныктаган. Келечекте сел жүрүү шарттарын божомолун түзүү үчүн анын мурун кандай болгонун жана активдешүү мезгилдери менен кандай факторлор байланыштуу болгонун билүү өтө маанилүү.

**Негизги сөздөр:** сел, сел конусу, дарыянын нугу, дендрогеография, көлдөрдүн жарылышы, бак шакектери, кыргыз кырка тоосу.

Действию селевых потоков подвержены практически все основные речные долины северного склона Кыргызского хребта. Самые мощные и опасные селевые потоки образуются при прорывах высокогорных озер. Не менее опасны и селевые потоки, вызванные интенсивными ливневыми осадками. Но в статистику попадают не все селевые потоки, а только те, которые несут угрозу хозяйствующим объектам и населению, но также случаются прорывы, которые не несут угрозы, но при этом способны перестроить селевой конус, принести селевой материал в долину, перекрыть русло и тем самым создать благоприятные условия для будущих селевых потоков. Для лучшего понимания динамики селевых процессов, в наиболее селеактивных долинах был применен дендрогеографический метод для определения годов прохождения селевых потоков. Очень важно для построения прогноза селевой активности на будущее знать какая она была в прошлом и с какими факторами были связаны периоды активизации.

**Ключевые слова:** селевой поток, селевой конус, русло, дендрогеография, прорывы озер, годовые кольца, Кыргызский хребет.

Almost all the main river valleys of the northern slope of the Kyrgyz range are affected by debris-flows. The most powerful and dangerous debris-flows are formed during the outbursts of high-mountain lakes (GLOF). Debris-flows caused by intense rainfall are no less dangerous. But the statistics include not all debris-

flows, but only those that pose a threat to economic facilities and the population, but there are also GLOFs that do not pose a threat, but at the same time are able to transform the debris-flow cone, bring debris-flow material into the valley, block the channel and thereby create favorable conditions for future debris-flows. For a better understanding of the dynamics of debris-flow processes, in the most debris-flow active valleys, the dendrogeomorphological method was applied to determine the years of the flow of debris-flows. It is very important for making a forecast of debris-flow activity for the future to know what it was in the past and what factors were associated with the periods of activation.

**Key words:** debris-flow, debris-flow cone, channel, dendrogeomorphology, lake outbursts, annual tree rings, Kyrgyz range.

**Введение.** В последние годы очень остро стоит вопрос изменения климата и его влияние на криосферу и развитие опасных экзогенных геологических процессов, таких как селевые потоки, обвалы и оползни, камнепады, снежные лавины и др. [1, 2]. Деградация оледенения на Тянь-Шане [3] приводит к развитию опасных прорывоопасных озер [4], которые в свою очередь несут угрозу прорыва и формирования мощного селевого потока [5, 6]. Также важен вопрос насколько сильно изменения в криосфере влияют на частоту и мощность экстремальных ливневых осадков или селевых потоков, вызванных прорывами высокогорных озер (GLOF). В отсутствии достоверной информации о прошлых селевых потоках, их интенсивности и мощности становится затруднительным строить прогнозы на будущее и выполнять адаптационные стратегии, направленные на повышение устойчивости к природным катаклизмам. В данной работе для оценки селевой активности применяется дендрогеографический метод [7, 8], позволяющий лучше понять прошлую селевую активность и дифференцировать долины по их селеактивности.

**Место исследования.** Исследование проводилось в двух речных долинах: Ала-Арча (74°24' E – 74°34' E; 42°25' N – 42°42' N) и Аламедин (74°34' E – 74°44' E; 42°25' N – 42°42' N), расположенных в центральной части северного склона Кыргызского хребта. На рисунке 1 отмечены долины, в которых проводились исследования, в долине Ала-Арча были обследованы следующие боковые долины: Аксай (1), Адыгене (2), Текетор (3) и Топкарагай (4). В долине

Аламедин образцы для анализа отбирались в следующих долинах: Кутургансуу (5) и Салык (6), подложка

– космоснимок, источник Esri, USGS, 2021.

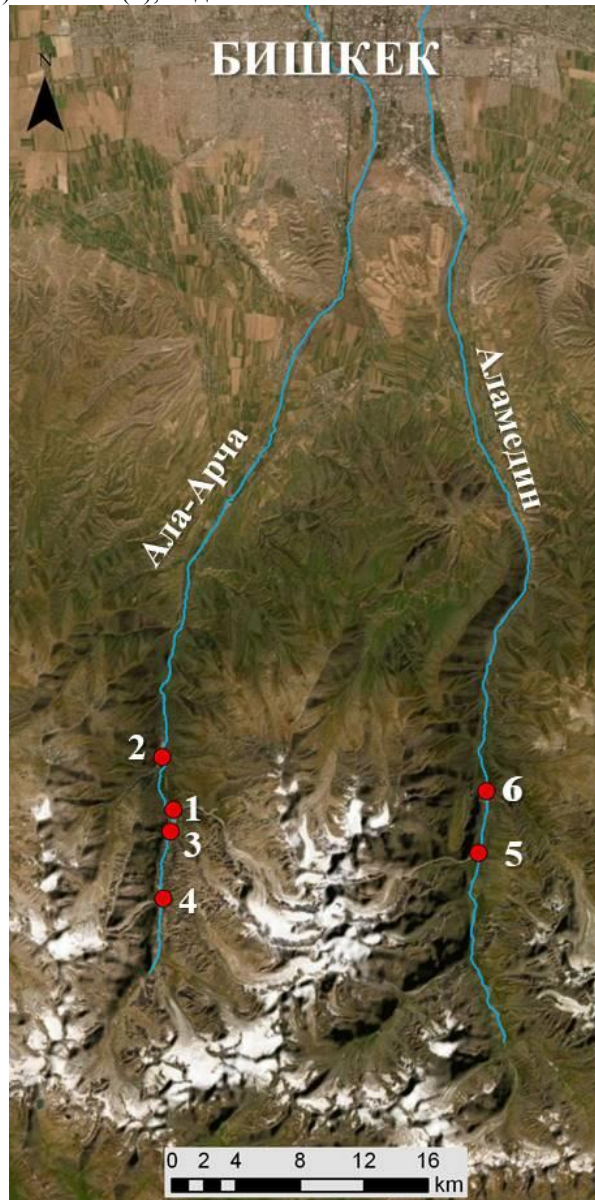


Рис. 1. Места отбора образцов в речных долинах Ала-Арча и Аламедин.

**Методика исследования.** Для исследования были выбраны участки с растущими на них деревьями: *Picea abies* и *Juniperus pseudosabina*, произрастающих на более старых селевых отложениях и *Betula turkestanica* растущих на более молодых отложениях, боковых долин Ала-Арчи и Аламедина с наименьшим антропогенным воздействием. Отбор образцов осуществлялся с поврежденных селевыми потоками деревьев, путем извлечения керна при помощи специального ручного бура. Внимание уделялось деревьям со шрамами, наклоненным деревьям и деревьям с раздвоенными

стволами, что указывало на перенесенный деревом стресс (рис. 2). Образцы отбирались как в верхней, так и в нижней частях селевых конусов. Среди всех деревьев, для отбора керна выбирались только те, которые имели очевидные следы травм на обращенной по направлению к потоку стороне ствола, а также боковых сторонах, которые могли быть задеты обломками во время селя по касательной [9]. Места отбора образцов фиксировались с помощью GPS приемника. Также проводилась фотодокументация образцов.



Рис. 2. Деревья с повреждениями, нанесенными селевыми потоками и процесс извлечения керна.

Всего было отобрано 407 образцов: Аксай - 98; Топкарагай - 50; Текетор - 78; Адыгене - 60; Салык - 52; Кутургансуу - 69.

Фиксация повреждений структуры дерева производилась визуально с помощью электронного микроскопа [10]. Также была оценена степень повреждения по четырехбалльной шкале [11].

Для фиксации существенных изменений на ко- нусах выноса были использованы архивные аэрофо- тоснимки, которые сравнивались с современными космоснимками (Sentinel-1, Landsat-8).

**Результаты.** Подсчеты поврежденных годовых колец при анализе структуры сердцевины дерева из отобранных образцов позволили установить годы селевых проявлений. По результатам лабораторных исследований была восстановлена палеоселевая активность в долинах рек Ала-Арча и Аламедин. По всем боковым долинам было проанализировано 407 образцов: Аксай (1) - 98; Адыгене (2) - 60; Текетор (3) - 78; Топкарагай (4) - 50; Салык (6) - 52; Кутургансуу (5) - 69. В таблице 1 приведены восста- новленные годы, когда были зафиксированы селевые потоки.

Таблица 1

Восстановленные годы селевых потоков дендрохронологическим методом

Долина	Сай	Годы селевых потоков	Количество селей
Ала-Арча	1	1877, 1885, 1916, 1918, 1922, 1924, 1928, 1934, 1936, 1941, 1943, 1950, 1955, 1960*, 1961*, 1965*, 1966*, 1968*, 1969*, 1970*, 1973, 1975, 1977, 1980*, 1993, 1999*, 2003, 2015*	28
	2	1910; 1934, 1953*, 1966, 1980, 1982; 1988*, 1993, 2012*	9
	3	1900, 1946, 1953, 1958, 1959, 1961, 1973, 1968, 1978, 1980, 2003	11
	4	1928, 1953, 1968, 1974*, 1988, 1993*	6
Аламедин	5	1846, 1882, 1885, 1902, 1904, 1928, 1956, 1958, 1966, 1980, 1982, 1984, 1988, 1993, 1999, 2000, 2003, 2010	18
	6	1938, 1956, 1961, 1970, 1975, 1980	6

**Примечание:** \* - селевые потоки, которые вошли в статистику ГП «Кыргызская комплексная гидрогеологическая экспедиция».

Если оценивать селевую активность специаль- ным параметром – коэффициентом селевой годовой активности, который показывает сколько селевых потоков в среднем приходится на один год за какой- то определенный период времени по всем долинам, представленным в таблице 1, то можно проследить как изменялось активность селевых процессов в течении XX и XXI веков. Для этого необходимо разделить все годы проявлений селевых потоков,

приведенные в таблице 1, на условные периоды, в нашем случае это 20-ти летние периоды, и определить по каждому периоду коэффициент селевой годовой активности. Как меняется его значение, и соответственно селевая активность в течении 20-го и 21-го веков наглядно показано на графике (рис. 3). Селевая активность нарастает в течении первой половины 20-го века и достигает своего апогея в период 1961-1980г., когда в каждый

год проходит более чем один селевой поток. Затем активность селевых процессов резко уменьшается до

0,3 селевых потока в среднем в год.

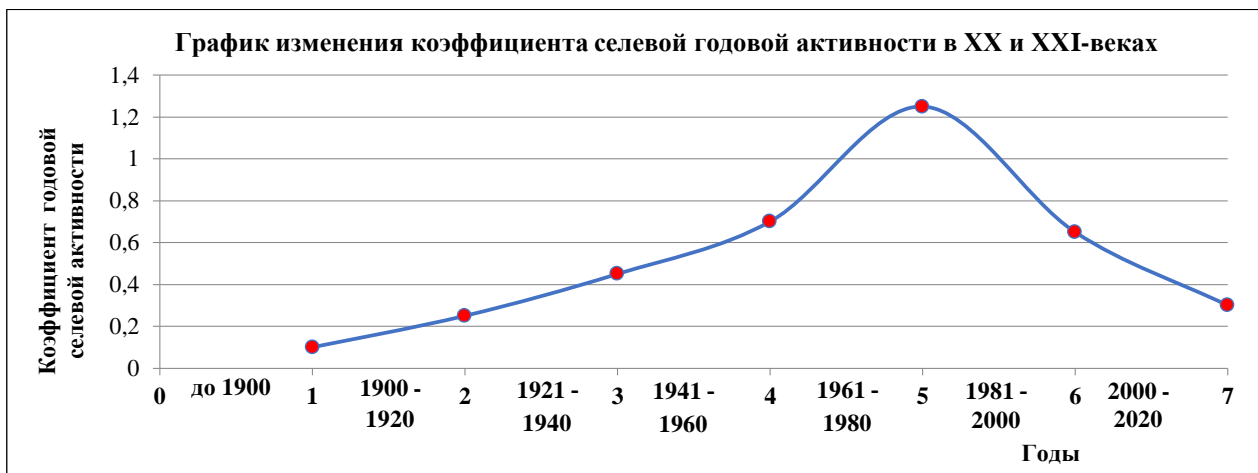


Рис. 3. График изменения коэффициента селевой годовой активности в XX и XXI веках.

Итак, график изменения коэффициента селевой годовой активности в XX и XXI веках состоит из двух веток: ветки подъема селевой активности и ветки её спада. В чем причина такого резкого изменения активности селевых процессов и её спада в течении последних 40 лет. Первым шагом подготовки ответа на этот вопрос стало разделение всех зафиксированных селевых проявлений по годам (таблица 1) на два типа. Первый тип – это селевые потоки ливневого генезиса, обусловленные интенсивными ливневыми дождями, второй тип – это селевые потоки прорывного генезиса, обусловленные прорывными потоками горных озер и внутриледниковых емкостей. Если исключить из прорывных селевых потоков прорывы завальных озер, то к оставшимся селевым потокам применим

термин «гляциальные сели», который широко используется в селеведении. В долинах, исследуемых в данной работе, образование прорывных потоков обусловлено действием ледников. Поэтому к «нашим» прорывным потокам подходит термин «гляциальные». Он и применяется нами в дальнейшем анализе.

Для разделения всех зафиксированных ливневых потоков (табл. 1) на ливневые и гляциальные была проведена архивная выборка прорывов высокогорных озер и внутриледниковых емкостей в долинах рек Ала-Арча и Аламедин за период XX и XXI веков. В результате выборки была составлена таблица 2 с краткой характеристикой каждого прорыва.

Таблица 2

Расходы прорывных и селевых потоков при прорывах озер Северного склона Кыргызского хребта.

Название озера	Речной бассейн	Тип озера	Год и месяц прорыва	Объем озера, тыс. м <sup>3</sup>	Механизм прорыва	Расход прорывного потока, м <sup>3</sup> /с
Тез-Тор	Ала-Арча	м-л	1953 июнь	80	подземн.	21
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1960 июль	40-50	подземн.	20-30
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1961 июль	50	подземн.	30
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1965 август	50	подземн.	20
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1966 июнь	40-50	подземн.	20-30
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1968 июль	50-60	подземн.	30
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1969 июль	50-60	подземн.	40
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1970 июль, август	30-40	подземн.	10-20
Топ-Карагай	Ала-Арча	м-л	1974	Около 300	подземн.	6
Ак-Сай	Ала-Арча	л	1980август	30-40	подземн.	5-10
Тез-Тор	Ала-Арча	м-л	1988август	150	подземн.	14

Топ-Карагай	Ала-Арча	м-л	1993август	160	подземн.	5-8
Тезтор	Ала-Арча	м-л	2005	60	подземн.	8
Тезтор	Ала-Арча	м-л	2012 июль	70	подземн.	27
Тезтор	Ала-Арча	м-л	2018август	70	подземн.	8

Анализ данных таблиц 1 и 2 показывает, что из 28 селевых потоков в долине реки Аксай по крайней мере 8-мь были гляциальными. Эти селевые потоки, зафиксированы статистикой и отражены в архивных материалах. Однако были и малозаметные селевые потоки, не зафиксированные статистикой, но оставившие после себя заметный след в виде поврежденных деревьев. Так по личным наблюдениям авторов данной статьи можно утверждать, что селевые потоки, прошедшие в

долине реки Аксай в 1973,1975, 1977, 1993, 2015 годах были гляциальными. Вероятно, половина селевых потоков до 1960 года в Аксае также были гляциальными, т.е. 5 из 10. Таким образом, количество селевых потоков гляциального типа в долине реки Аксай возрастает до 18 проявлений, что составляет 64% от их общего числа. По другим долинам количество гляциальных селей в общем количестве селевых проявлений также находится в пределах 50-89% (табл. 3).

Таблица 3

Долина	Боковая долина	Количество зафиксированных селевых потоков	Количество гляциальных селевых потоков		Количество ливневых селевых потоков	
			число случаев	% от общего числа	число случаев	% от общего числа
Ала-Арча	Аксай	28	18	64	10	36
	Адыгене	9	5	56	4	44
	Текетор	11	6	55	5	45
	Топкарагай	6	3	50	3	50
Аламедин	Кутургансу	18	16	89	2	11
	Салык	6	3	50	3	50

Данные таблицы 3 доказывают, что изменение активности действия селевых процессов в значительной мере определяется гляциальными процессами и зависит от состояния оледенения каждой долины. Поскольку в условиях изменения климата в последние десятилетия наблюдается деградация ледников, то естественно предположить, что изменения в активности действия селевых потоков в значительной мере зависят от характера этой деградации. Для доказательства этого предположения была проведена оценка зависимости

селевой активности, уровень которой определялся коэффициентом годовой селевой активности, от степени деградации оледенения, величина которой определяется отношением площади замороженной части ледников в долине к максимальной площади последнего оледенения долины.

Для определения коэффициента годовой селевой активности каждой долины были использованы данные дендрохронологического анализа древесной растительности в её устьевой части, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Результаты анализа дендрохронологических проб

Годы	Количество деревьев, поврежденных селевыми потоками в разные годы по конусам выноса рек					
	Салык	Кутургансу	Аксай	Адыгене	Текетор	Топкарагай
2015			3			
2012				8		
2010		5				
2003		10	4		12	
2000		3				
1999		11	7			
1993		13	6	8		2
1988		6		12		3
1984		2				
1982		3		2		
1980	5	10	25	5	13	

1978					2	
1977			4			
1975	3		6		3	
1974						5
1973			5			
1970	2		14			
1969			14			
1968			9		10	3
1966		3	7	3		
1965			8			
1961	8		6		2	
1960			19			
1959					4	
1958		3			8	
1956	3	2				
1955			8			
1953				8	5	4
1950			5			
1946					6	
1943			4			
1941			7			
1938	3					
1936			11			
1934			9	5		
1928		2	17			3
1924			10			
1922			9			
1918			3			
1916			2			
1910				2		
1904		2				
1902		4				
1900					1	
1885		2	4			
1877			1			
1882		2				
1846		1				
Всего лет	6	18	28	9	11	6
<b>Коэффициент годовой селевой активности</b>	<b>K=6/115 =0,05</b>	<b>K=15/115 =0,13</b>	<b>K=26/115 =0,23</b>	<b>K=9/115 =0,08</b>	<b>K=11/115 =0,10</b>	<b>K=6/115 =0,05</b>

Оценка данных таблицы 4 позволяет сделать некоторые выводы о различиях в режиме селеформирования и разместить обследованные долины по селевой активности так как показано на рисунке 4.

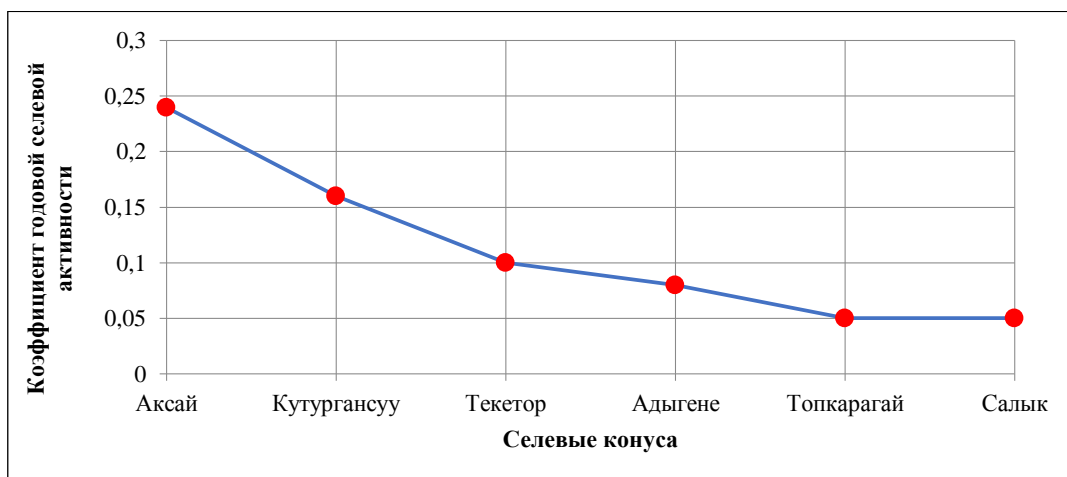


Рис. 4. Расположение обследованных долин по мере селевой активности.

Оценка степени деградации оледенения проводилась по данным о размерах ледников в каждой обследованной долине, приведенных в Каталоге ледников СССР (1973). Поскольку за 50 лет после составления каталога в процессе деградации ледников площадь их открытой части уменьшилась, то современное соотношение открытой и заморенной частей ледников определялось путем дешифрирования космоснимков 2015-2020 годов в системе Google. Результаты определения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Долина	Боковая долина	Коэффициент годовой селевой активности	Площадь оледенения по каталогу ледников 1973г		
			Всего, км <sup>2</sup>	Открытая часть, %	Закрытая часть, %
Ала-Арча	Аксай	0,24	8,5	89	11
	Адыгене	0,08	8,2	73	27
	Текетор	0,10	0,8	75	25
	Топкарагай	0,05	6,4	71	29
Аламедин	Кутургансуу	0,13	4,7	81	19
	Салык	0,05	9,4	69	31

На графиках, построенных по данным таблицы 6, прослеживается четкая зависимость коэффициента годовой селевой активности долины от доли открытой (рис. 5) и закрытой (рис. 6) частей площади её оледенения. Из графиков вытекает, что больше открытая часть ледников долины, тем выше её селевая активность. Наоборот, чем дальше деградируют ледники в долине, чем больше увеличивается заморенная часть их площади, тем ниже уровень селевой активности долины.

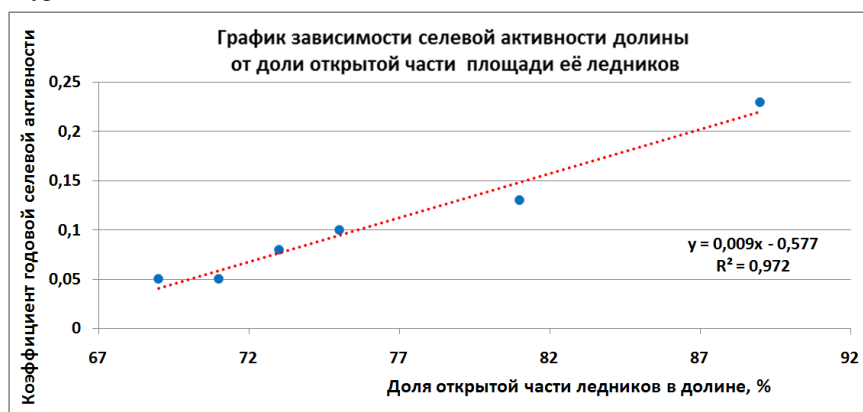


Рис. 5. График зависимости селевой активности долины от доли открытой части площади её ледников.

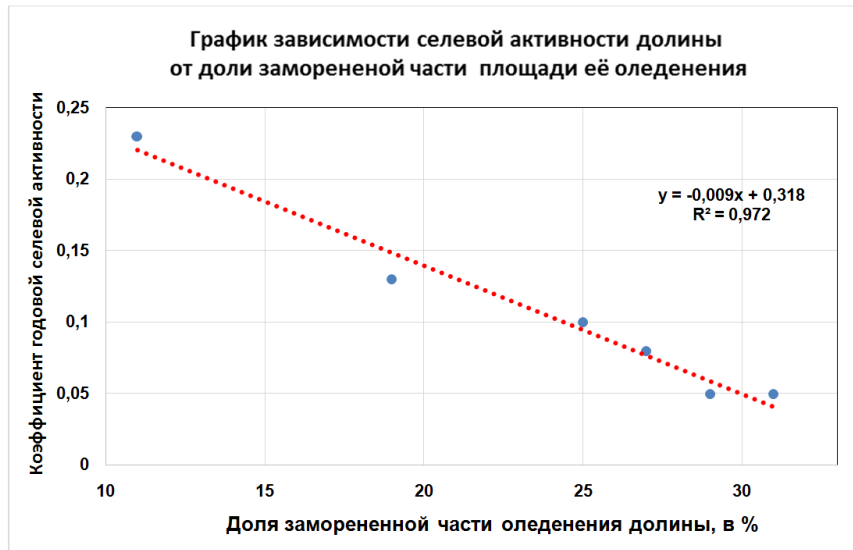


Рис. 6. График зависимости селевой активности долины от доли заморенной части площади её оледенения.

Из анализа уравнений, характеризующих графики рисунков 5 и 6, где  $y$  – это коэффициент годовой селевой активности долины;  $x_1$  – это доля открытой части ледников в долине, в %;  $x_2$  – доля заморенной части оледенения долины, в%,

$$y = 0,009x_1 - 0,577 \quad (1)$$

$$y = 0,318 - 0,009x_2 \quad (2)$$

выявляется очень важный для оценки селевой активности долины критерий, который определяет переход роста селевой активности на её спад. Подобный переход наблюдается на графике изменения коэффициента селевой годовой активности в XX и XXI веках (рис. 3). Из уравнения (1) вытекает, что коэффициент селевой годовой активности –  $y$  превышает нулевое значение и начинает расти, если доля открытой части ледников –  $x_1$  превышает 64%. Если значение  $x_1$  меньше 64%, а доля заморенной части ледников в долине  $x_2$  превышает значение 35% и увеличивается, то коэффициент селевой годовой активности понижается. Следовательно, селевая активность долины растет, если доля открытой части ледников превышает 64% и понижается, если доля заморенной части ледников превышает 35%. 64% и 35% – это две стороны одного критерия, соотношения открытой и заморенной частей оледенения долины, который обуславливает переход роста селевой активности на ее спад и наоборот. Суть этого критерия обуславливается заморенностью ледника, поэтому логично назвать его критерием заморенности.

Критерий заморенности ледников объясняет причину резкого спада активности селевых процессов в течение последних 40 лет (рис. 3). До 60-х годов XX века, заморенность ледников приближалась к предельному критерию 35%, но оставалась выше него. Поэтому коэффициент селевой годовой активности нарастал. Его резкий спад, начался после того, как в процессе деградации ледников их заморенность превысила значение предельного критерия - 35%.

**Заключение.** С помощью дендрохронологического метода восстановлено 78 лет прохождения селевых потоков по долинам рек Ала-Арча (54) и Аламедин (24). Из них: 28 по долине Аксай; 18 по долине Кутургансуу; 9 потоков по долине Адыгене и 11 потоков по долине ручья Текетор; 6 по долинам Салык и Топкарагай.

Для оценки селевой активности долин был введен специальный параметр – коэффициент селевой годовой активности, который показывает сколько селевых потоков в среднем приходится на один год за какой-то определенный период времени.

В большинстве случаев (от 50 до 89%) проявлений селевых потоков они были гляциальными. Только в 11-50% случаев потоки были ливневые. Преобладание селей гляциального типа послужило поводом связать изменение селевой активности долин с их оледенением.

Поскольку в условиях изменения климата в последние десятилетия наблюдается деградация ледников, то естественно предположить, что изменения в активности действия селевых потоков в



значительной мере зависят от характера этой деградации. Для доказательства этого предположения была проведена оценка зависимости селевой активности, уровень которой определялся коэффициентом годовой селевой активности, от степени деградации оледенения, величина которой определяется отношением площади заморенной части ледников в долине к максимальной площади последнего оледенения долины.

Для определения коэффициента годовой селевой активности каждой долины были использованы данные дендрохронологического анализа древесной растительности в её устьевой части. Современное соотношение открытой и заморенной частей ледников определялось путем дешифрирования космоснимков 2015-2020 годов в системе Google.

После построения графиков зависимости селевой активности долины от доли заморенной и открытой частей площади её оледенения, выяснилось, что селевая активность долины растет, если доля открытой части ледников превышает 64% и понижается, если доля заморенной части ледников превышает 35%.

64% и 35% – это две стороны одного критерия, соотношения открытой и заморенной частей оледенения долины, который обуславливает переход роста селевой активности на ее спад и наоборот. Суть этого критерия обуславливается заморенностью ледника, поэтому логично назвать его критерием заморенности.

Причиной резкого спада активности селевых процессов в течении последних 40 лет является то, что заморенность ледников превысила предельно допустимый критерий в 35%.

#### Литература:

1. The European mountain cryosphere: a review of its current state, trends, and future challenges [Text] / [M.Beniston, D.Farinotti, M.Stoffel, et al.]. - Cryosphere 12(2), 2018. - P. 759-794.
2. Climate change impacts on glaciers and runoff in Tien Shan (Central Asia) [Text] / [A. Sorg, T. Bolch, M. Stoffel, et al.]. - Nat. Clim. Chang. 2, 2012. - P. 725-731.
3. Glacier changes in the central and northern Tien Shan during the last 140 years based on surface and remote sensing data [Text] / [V.B. Aizen, V.A. Kuzmichenok, A.B. Surazakov, et al.]. - Ann. Glaciol. 43, 2006. - P. 202-213.
4. Debris flows triggered from non-stationary glacier lake outbursts: the case of the Teztor Lake complex (Northern Tien Shan, Kyrgyzstan) [Text] / [S.Erokhin, V.Zaginaev, A. Melshko, et al.]. - Landslides 15 (1), 2018. - P. 83-98.
5. Jansky B. Outburst flood hazard: case studies from the Shan mountains, Kyrgyzstan. [Text] / Sobr, M., Engel, Z. - Limnol. Ecol. Manag. Inland Waters 40, 2010. - P. 358-364.
6. Large drainages from short-lived glacial lakes in the Teskey Range, Tien Shan Mountains, Central Asia [Text] / [C.Narama, M.Daiyrov, M.Duishonakunov, et al.]. - Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 14 (4), 2018. - P. 983-995.
7. Magnitude–frequency relationships of debris flows - A case study based on field surveys and tree-ring records [Text] / M. Stoffel. - Geomorphology, 116 (1-2), 2010. - P. 67-76.
8. Stoffel, M. Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview [Text] / M. Stoffel, M. Bollschweiler. - Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 8, 2008. - P. 187-202.
9. Reconstruction of glacial lake outburst floods in northern Tien-Shan: implications for hazard assessment [Text] / [V. Zaginaev, S. Erokhin, J.A. Ballesteros-Cánovas, et al.]. - Geomorphology 269, 2016. - P. 75-84.
10. Stoffel, M. Dendroecological dating of geomorphic disturbance in tress [Text] / Stoffel, M., Corona C.- Tree Ring Res. 70, 2014. - P. 3-20.
11. Stoffel, M. Dating past geomorphic processes with tangential rows of traumatic resin ducts [Text] / M. Stoffel. - Dendrochronologia, 26(1), 2008. - P. 53-60.
12. Загинаев В.В., Ерохин С.А., Кубанычбек уулу Н., Чонтоев Д.Т. Мониторинг высокогорных озер северного склона киргизского хребта с целью определения прорывоопасного периода. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. - №. 4. - С. 139-142.
13. Ерохин С.А., Загинаев В.В. Оценка зависимости селевой активности горных долин от современного моренообразования. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2018. - №. 3. - С. 8-16.
14. Загинаев В.В., Ерохин С.А., Маматканов Д.М. Влияние изменения температуры воды моренно-ледниковых озер на их прорывоопасность. / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2018. №. 11. С. 26-30