

Загинаев В.В., Ерохин С.А., Кубанычбек уулу Н.

**АК-САЙ ӨРӨӨНҮНҮН СЕЛ КОНУСУНУН АКТИВДҮҮЛҮГҮ
(ТҮНДҮК КЫРГЫЗ ТОО КЫРКАСЫ)**

Загинаев В.В., Ерохин С.А., Кубанычбек уулу Н.

**СЕЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ НА КОНУСЕ ВЫНОСА АК-САЙ
(СЕВЕРНЫЙ СКЛОН КЫРГЫЗСКОГО ХРЕБТА)**

V.V. Zaginaev, S.A. Erokhin, Kubanychbek uulu N.

**DEBRIS FLOW ACTIVITY ON AKSAY FAN (NORTHERN
SLOPE OF KYRGYZ RANGE)**

УДК: 556.5

Дендрохронология методун колдону менен селдердин даталары коюлду. Ак-Сай өрөөнүндөгү ши аракеттердин динамикасын баалоо үчүн. Бул методдун нигизинде 1877 жылдан, 2015 жылга чейинки 16 тастыкталбаган жана 11 тастыкталган селдер жөнүндө маалымат болду. 60-чы жылдардагы кучтуу селдердин жүрүүсү учурунда Ак-Сай конусунун кооптуу зоналары аныкталган жана ал зоналар 2015-жылдагы сел учурунда активдешкен. Алынган маалыматтар тоо өрөөндөрүнүн сел кооптуулугун баалоого мүмкүнчүлүк берет жана тоо өрөөнүндөгү кыштактар жана айыл чарба турак жайларды сел коркунучунан сактоочу системаны уюштурууга мүмкүнчүлүк түзүп берет.

Негизги сөздөр: сел, дендрохронология, Ак-Сай, сел конусу.

Датированы селевые потоки с использованием дендрохронологического метода для оценки динамики процессов на селевом конусе выноса Ак-Сай, что позволило восстановить 16 незарегистрированных и 11 подтверждённых потоков с 1877 по 2015 гг. Были определены опасные зоны на конусе, которые были активны в 60-е гг. во время прохождения мощных селей и они активизировались во время селя 2015 г. Полученная информация обеспечивает возможность оценки селеопасности горных долин и организовать селезащитную систему от угрозы действия селевых процессов на жилые поселки и сельхозугодья в горных долинах.

Ключевые слова: селевой поток, дендрохронология, Ак-Сай, селевой конус.

Debris flows are dated using the dendrochronological method to estimate the dynamics of processes on the Ak-Say debris fan, which allows reconstructed 16 unregistered and 11 confirmed flows from 1877 to 2015. There were detected dangerous zones on the cone that were active in the 60s. during the powerful events and they were active during the event of 2015. The obtained information provides an opportunity to assess the debris flow hazard of mountain valleys.

Key words: debris flow, dendrochronology, Ak-Say, mudflow, Aksai, mudflow cone.

Введение. Механизмы движения и трансформации селевых потоков подробно описаны в отечественной и зарубежной литературе [1-6].

Но для оценки селевой активности необходимо применять иные методы и подходы.

Метод датирования травм древесины в горных районах известен давно, особенно большого успеха добились ученые из Швейцарии и Австрии. Прошлый опыт показывает пользу применения дендрохронологического метода в исследованиях селевых потоков. В первую очередь исследования были ориентированы на датировку отдельных событий [1], реконструкции величины потока [2, 3] и исследовании климатических факторов [4].

В ходе исследований годичных колец нам удалось восстановить прошлые действия селевой активности для боковых долин рек Ала-Арча и Аламедин и выявить области, пострадавшие во время этих событий (на примере р. Аксай). В долине Ала-Арча было исследовано три долины: Адыгене, Аксай, Текетор.

Методика исследования. Предварительно образцы шлифовались вручную, а спилены деревья - на специальном станке для последующих измерений ширины годичных колец. Измерения радиального прироста были проведены на установке LINTAB 5 с программным пакетом TSAP-Win Scientific V4.63 [5] и визуальным сопоставлением кривых изменчивости абсолютных и индексированных значений радиального прироста колец (рис. 1, 2).

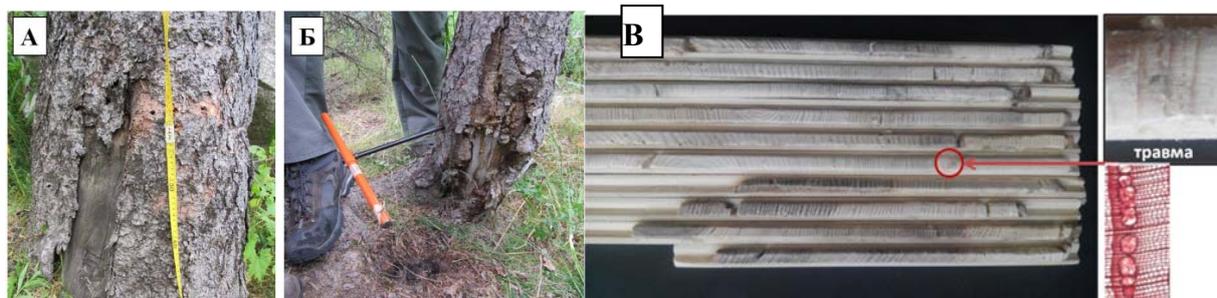


Рис. 1. А - Дерево с повреждением, высота шрама 50 см; Б - Процесс отбора образца (керна); В - Древесные керны после предварительной обработки и пример, как выглядят травмированные смоляные каналы, под микроскопом.



Рис. 2. А - Спил корня ели-обыкновенной, характер повреждения роста - травмированные смоляные каналы; Б - Спил березы с травмой.

Для календарной привязки образцов была построена древесно-кольцевая хронология по образцам, отобранным с деревьев, не имеющих поверхностных повреждений. Места отбора образцов фиксировались с помощью GPS приемника. Также проводилась фотодокументация мест отбора образцов. Всего было использовано 97 деревьев с явными повреждениями и 35 деревьев без повреждений. Были датированы древесно-кольцевые серии. Фиксация повреждений структуры годичного кольца производилась с помощью микроскопа. Степень повреждения оценивалась по четырехбалльной шкале.

Объекты исследования. Отбор образцов проводился в лесной зоне конуса выноса Ак-Сай – самого опасного места с селевой активностью Северного Тянь-Шаня [7]. Сели на конусе Ак-Сай характеризуются большой мощностью и способны переносить большие камни [8] (рис. 3). Работы проводились в период с июля по сентябрь в ходе летних полевых работ 2015 и 2016 гг. Предварительно были выделены наиболее подходящие для отбора образцов места на Аксайском селевом конусе, преимущественно это деревья, расположенные в близости старых селевых каналов и лотков.



Рис. 3. Селевой конус Ак-Ксай расположен в долине реки Ала-Арча.

Общее число повреждений роста годичных колец 320 выявлено у 156 образцов отобранных с 97 поврежденных деревьев на конусе выноса Ак-Сай и 35 образцов с живых деревьев без нарушений склона не подверженному действиям селевых потоков. Из общего числа обнаруженных нарушений роста колец. Самое старое дерево с конуса датировано 1850 годом, самое молодое 1988 года. Исследование в основном было сфокусировано на исследованиях таких реакций древесины, как хаотичных повреждений тканей и травмированных смоляных каналов. Из общего числа повреждений было выявлено: 18 ран (6%), с сильной реакцией в смоляных каналах 80 (25%), со средней степенью реакции 105 (33%) и 117 (36%) со слабой реакцией.

Для анализа прошлой селевой активности были использованы: дендрохронологический метод и дистанционное зондирование. В этой долине образовался обширный конус выноса с огромным объемом селевых отложений, около 11600 тыс.м³. На деревьях,

растущих на конусе, найдены такие повреждения, как шрамы на стволах, наклоненные деревья, обнаженные корни, сломленные или те деревья, которые растут на каменных грядках и среди навалов. Образцы были отобраны специальными ручными бурами через небольшие отверстия. Нарушение роста пострадавших деревьев (видов) проанализированы по стандартным критериям [6].

Определялись существующие травмы (хаотические повреждения тканей) и травматических смоляных каналов (TRD в иностранной литературе), а также начала реакции древесины. Абсолютное датирование было основано на опорной хронологии, построенной на 35 нетронутых деревьях (рис. 4). Кроме того, были проанализировали имеющиеся архивные аэрофотоснимки и спутниковые изображения для описания основных геоморфологических изменений на конусе выноса Аксай.

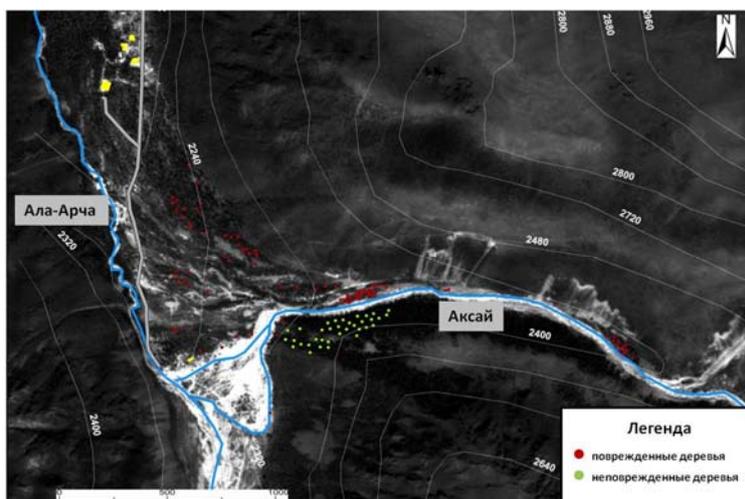


Рис. 4. Места отбора образцов: красные точки – поврежденные деревья для реконструкции прошлых событий, зеленые – для опорной хронологии.

Керны отбирались с деревьев в разных частях Аксайского конуса с нарушениями целостности древесины. Для исследования были отобраны образцы ели-обыкновенной (*L. Karst*).

Результаты. Для анализа изменений на конусе использовались аэрофотоснимки разных годов (1960, 1971, 1978 гг.) и спутниковый снимок (2014 г.). Из рисунка 5 видно, что основные изменения на конусе Ак-Сай произошли между 1960 и 1970 годами, в ходе которых была уничтожена часть леса в центральной и южной частях.

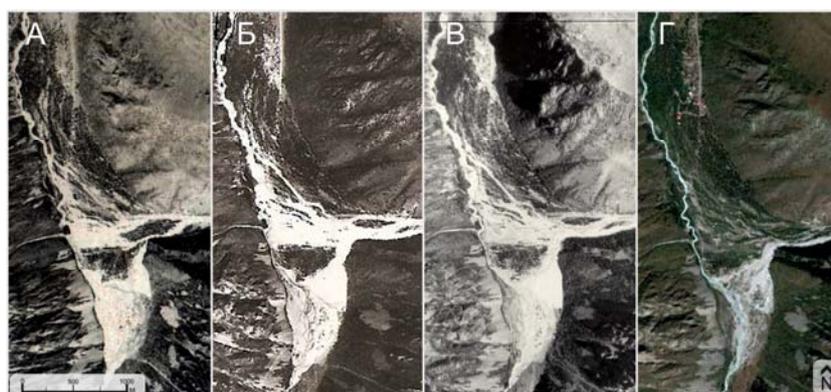


Рис. 5. А, Б, В – аэрофотоснимки: 11.08.1960, 01.09.1971, 08.08.1978, соответственно; Г - космоснимок 30.08.2014.

Наиболее старый лес находится в северной части конуса. Самое старое дерево насчитывает 164 годичных кольца (1850 г.), самое молодое дерево 26 колец (1988 г.). Анализ 320 обнаруженных повреждений роста колец, позволил реконструировать 27 селевых событий (таблица 1).

Таблица 1

Исторические события на Аксайском конусе выноса

Долина	Причина селя	Дата прорыва	Расход потока, м ³ /с, прорывного	Расход селя, м ³ /с
Ак-Сай	Прорывы из внутреледниковой емкости	08.07.1960	5-10	-
		07.1961	5-10	-
		21.07.1965	5-10	-
		18.06.1966	5,5	70
		10.08.1968	7,5	900
		25.07.1969	5	800
		18.07; 2.08.1970	5-10	-
		18.07.1980	3,3	40
		3.08.1980	3,6	45
		07.2015	-	150
Боковая долина Шаркыратма	Ливень	1999	-	70

События 1960; 1961; 1965; 1966; 1968; 1969; 1970; 1975; 1980; 2015 годов связаны с прорывами из внутреледниковой емкости. Последнее, зарегистрированное в 2015, связано с ливневыми дождями. В ходе исследования были обнаружены не зарегистрированные ранее события в 1877; 1885; 1916; 1918; 1922; 1924; 1928; 1934; 1936; 1941; 1943; 1950; 1955; 1973; 1975; 1977; 1993 годах. По позиции поврежденных деревьев на конусе, показывающих травмы древесины различной интенсивности, можно судить о распространении и активности 27 селевых потоков за период с 1877 по 2015 гг.

Селевыми потоками был подвержен весь конус Ак-Сай. На рисунке 6 (А, В, С) селевые каналы (лотки) отмечены цифрами. Селепроявления в основном отмечены в каналах 1, 2, 3 и 6, в которых повторялась активность в течение прошлых лет (свыше 13 событий). Наиболее свежие сели (последние случаи в 1999 и 23-25 июля 2015 г.) были зарегистрированы в каналах 3 и 8. Наименьшее количество событий (всего 3) было отмечено в канале 9, с последним событием в 1969 г. На основе пространственного распределения поврежденных деревьев были определены две главные части (рис. 6).

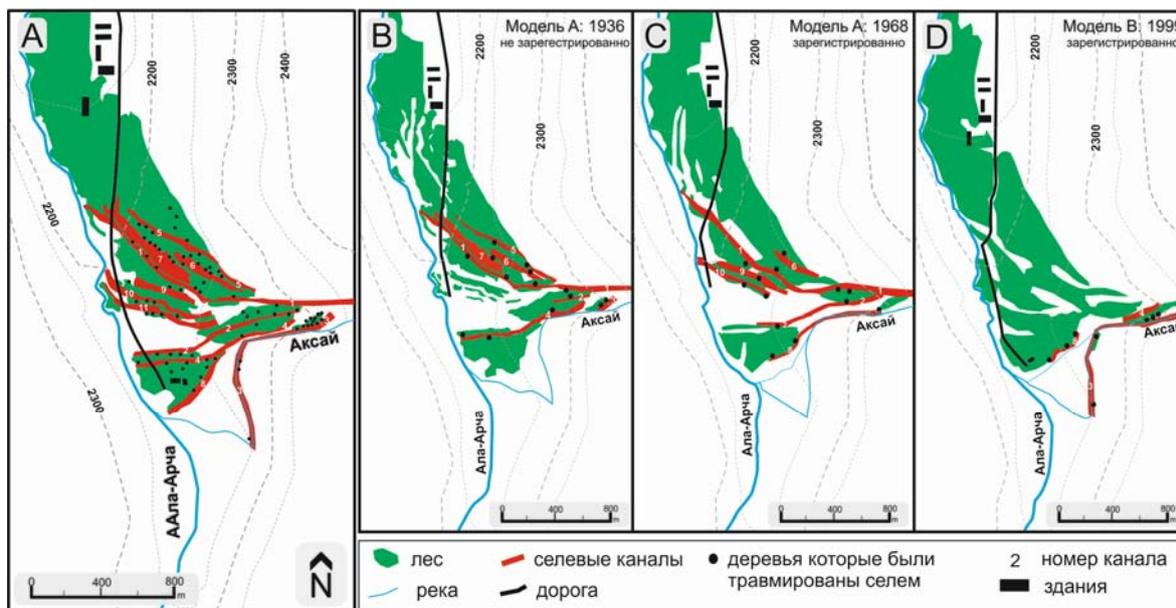


Рис. 6. А - Схема конуса Ак-Сай с указанием селевых каналов, покрытие лесом и расположение деревьев; В - Селевые потоки, которым были подвержены северная и южная части конуса в 1936 г. (модель А); С - Селевой поток 1968 г. охватил весь конус, включая каналы в северной, центральной и южной частях (модель А); D - деревья с повреждениями в ходе селя 1999 г. (модель В).

Селевые потоки в южной части конуса (рис. 6D). Эта модель отмечается 12 событиями и характеризуется умеренной (ниже чем в предыдущем примере) магнитудой (например, 1877, 1916, 1918, 1924, 1934, 1941, 1943, 1973, 1975, 1993, 1999, 2015 гг.). Анализ зарегистрированных событий (в том числе 1999, 2015 гг. Таблица 2 показывает, что эти события могут быть связаны с ливневыми осадками (1999 г.) или интенсивным таянием (2015 г.), как спусковыми механизмами селей. В этой модели, особенно поврежденными являются каналы 12 и 13, расположенные в южной части конуса (рис. 6D). В сравнении с селевыми потоками представленными на схеме - модели А, схема - модель В характеризуется переносом более мелких отложений, сила которых недостаточна для серьезной перестройки русла. Следовательно, каналы расположенные в северной части не были задействованы. Возможность при такой модели перекрытия основного русла р. Ала-Арча отложениями и создания временной плотины минимальна. Разгрузка большей части отложений сосредоточена в зоне, где отсутствует растительность. Ожидается что расположенные на пути движения потока: дорога и инфраструктура не будут подвержены воздействию потока.

Выводы. Проведено дендрохронологическое исследование поврежденных и неповрежденных деревьев (*Picea abies* - ель обыкновенная), что позволило реконструировать 27 селевых потоков между 1877 и 2015 гг. Полученные результаты показывают разную динамику селевой активности в прошлом столетии. Обнаружена селевая активность в 1916-1960 гг. - частота селей 0,25 событий в год; в 1960-80 гг. - частота селей выше 0,55 событий в год; в 1980-2015 гг. частота снизилась до 0,11 событий в год. Активность селевых процессов обусловлена особенностями строения ледника Аксай. Его конечная языковая часть как плотина препятствовала стоку талых вод с верховий ледника, способствовала их аккумуляции в трещинах Аксайского ледопада с последующим их прорывом. В процессе деградации ледника его языковая часть протаяла, в ней появились каналы стока, через которые талая вода стекала вниз по долине, не задерживаясь; аккумуляция талых вод в теле ледника стала невозможной. Исчезли прорывные потоки со стороны ледника Ак-Сай и после 60-х годов XX века наступил временный период селевого затишья в долине Аксай.

Литература:

1. Stefanini, M.C., Ribolini, A., 2003. Dendrogeomorphological investigations of debris-flow occurrence in the Maritime Alps (northwestern Italy). In: Rickenmann, D., Chen, C.L. (Eds.), Debris-flow Hazard Mitigation: Mechanisms, Prediction, and Assessment. Millpress, Rotterdam, pp. 231-242.
2. Strunk, H., 1997. Dating of geomorphological processes using dendrogeomorphological methods, Catena 31, 137-151.
3. Baumann, F., Kaiser, K. F., 1999. The Murtetta debris fan, Eastern Swiss Alps: A 500-year debris flow chronology, Arct. Antarct. Alp. Res. 31 (2), 128-134.
4. Stoffel, M., Lièvre, I., Conus, D., Grichting, M., Raetzo, H., Gartner, H.W., Monbaron, M., 2005. 400 years of debris flow activity and triggering weather conditions: Ritigraben, Valais, Switzerland. Arct. Antarct. Alp. Res. 37 (3), 387-395.
5. Rinntech, 2011. LINTAB Präzision - Jahring für Jahring. <http://www.rinntech.com/content/view/16/47/lang>.
6. Stoffel, M., Corona, C., 2014. Dendroecological dating of geomorphic disturbance in tress. Tree Ring Res. 70, 3-20.
7. Zaginaev V., Ballesteros-Canovas J., Erokhin S., Matov E., Petrakov D., Stoffel M. Reconstruction of glacial lake outburst floods in Northern Tien Shan: Implications for hazard assessment. Geomorphology 269, 2016, pp. 75-84 (in press) doi:10.1016/j.geomorph.2016.06.028
8. Висхаджиева К.С., Черноморец С.С., Савернюк Е.А., Тутубалина О.В., Соколов Л.С., Ерохин С.А., Загинаев В.В., Петраков Д.А., Шпунтова А.М., Докукин М.Д., Петров М.А., Руис-Вильянуэва В., Штоффел М. Селевые процессы на Алайском и Киргизском хребтах (на примерах бассейнов рек Шахимардан и Аксай). Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Материалы IV Международной конференции, 2016. - С. 56-59.

Рецензент: д.геол-мин.н. Садыбакасов И.С.