

УДК 551.435.627: 550.93

Ю.К. Васильчук¹, Е.С. Слышкина², А.В. Бершов³

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОПОЛЗНЕЙ В ВЕРХОВЬЯХ Р. МЗЫМТА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)⁴

Приведены материалы по исследованию оползневых отложений в верховьях бассейна р. Мзымта. Результаты ¹⁴C анализа показали, что наиболее молодые оползни распространены на южном склоне хр. Псехако и датируются возрастом менее 200 и 390±90, 400±70 и более 770±150 лет. Наиболее древний блоковый оползень на северном склоне хр. Аибга датируется возрастом 1110±90 лет назад.

Ключевые слова: оползни, радиоуглеродное датирование, радиоуглеродный возраст, органические остатки, долина р. Мзымта, Западный Кавказ.

The article contains materials on the study of landslide deposits in the upper reaches of the Mzymta river basin. The results of ¹⁴C analysis showed that the youngest landslides are common on the southern slope of the Psekhako Ridge and date back to less than 200 and 390±90, 400±70 years ago BP and more than 770±150 years BP. The most ancient landslide-collapse on the northern slope of the Aibga Ridge and dates back to 1110±90 years BP.

Key words: landslide, radiocarbon dating, radiocarbon age, organic residues, Mzymta river valley, Western Caucasus.

Введение. В настоящее время метод радиоуглеродного датирования широко используется в научных исследованиях при изучении позднечетвертичных оползней, так как нижний предел точности рассматриваемого метода составляет 35–38 тыс. лет, а верхний — несколько сотен лет [Васильчук, Котляков, 2000]. При определении радиоуглеродного возраста оползня важно учитывать геоморфологическую и стратиграфическую позицию местонахождения захороненного органического материала, который предполагается датировать, а также его сопоставление с возможным временем обрушения оползня или обвала.

Показано, что молодые и древние оползни с успехом датируются по радиоуглероду органических остатков [Hancox et al., 2013; Booth et al., 2017]. Этот опыт был использован нами для выявления времени образования разномасштабных и разновозрастных оползней в горах Западного Кавказа на основании радиоуглеродных измерений в образцах органики из оползней, образцы собраны в ходе полевых работ.

Материалы и методы исследования. Изучены оползневые тела, распространенные в верховьях бассейна р. Мзымта (Западный Кавказ) [Слышкина, 2015, 2016]. Основные причины развития оползней — горный рельеф, атмосферные осадки и сейсмичность территории.

Во время полевых работ 2016 г. авторы изучили и опробовали 4 оползневых тела разного масштаба. Одним из них стал большой асеквентный оползень 16-С3 в центральной части южного склона хр. Псехако, расположенный на абсолютных отметках 1234–1207 м. Его базисом является правобережный безымянный приток р. Мзымта. Объем вовлеченных в смещение пород составил ~150 тыс. м³ (длина ~80 м, ширина ~120 м, мощность отложений изменяется от 0,5 м в прибортовой части и до 15 м в теле оползня). Высота стенки отрыва достигает 3,5 м. Предполагаемая поверхность смещения находилась в делювиальных дресвяно-щебенистых грунтах с суглинистым заполнителем (рис. 1, А-3). Свежие трещины растяжения отсутствуют, что свидетельствует о временной стабилизации оползневых подвижек.

Ниже по течению безымянного притока р. Мзымта на абсолютных отметках 1093–1068 м обнаружен еще один большой асеквентный оползень 16-С5 (рис. 1, В-2). Для него характерна протяженность по оси смещения 160 м при ширине 120 м, мощность отложений в теле оползня составила 12–15 м. В смещение было вовлечено 250 тыс. м³ горных пород. Поверхность оползня залесена, стенка отрыва замята и слабо выражена в рельефе, признаки современной активности не наблюдаются. В прибортовой части оползневое

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии; географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, профессор, докт. геол.-минерал. н.; e-mail: vasilch_geo@mail.ru, vasilch@geol.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, аспирант; e-mail: lena.slyshkina@gmail.com

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, ассистент; e-mail: alexey.berшов@petromodeling.com

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке ООО «ПетроМоделинг» (полевые исследования и радиоуглеродные определения), гранта РНФ (проект № 14-27-00083, № 14-27-00083-П, обобщение данных) и бюджетного финансирования Московского университета имени М.В. Ломоносова.

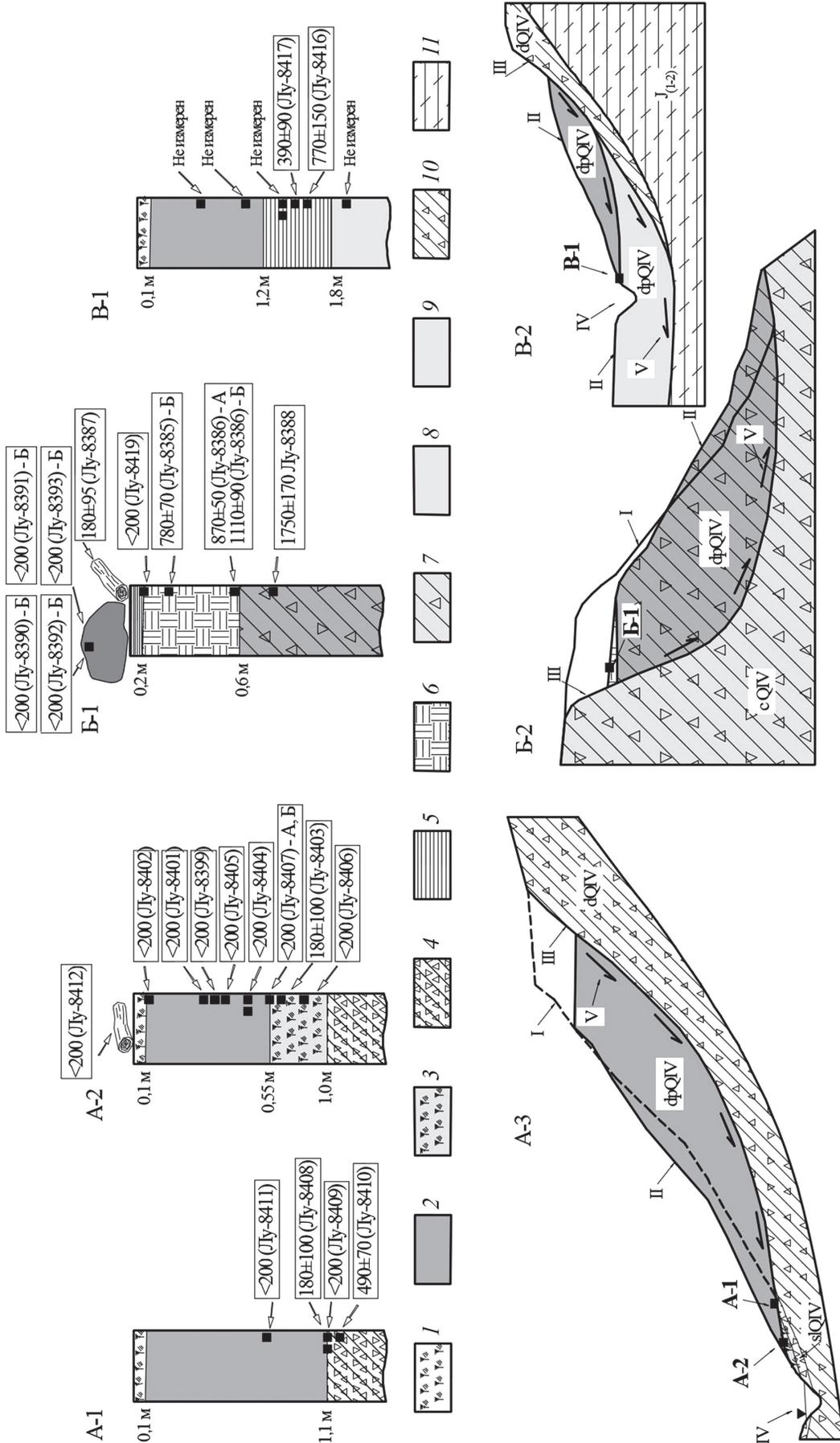


Рис. 1. Схематические разрезы оползней с указанием мест отбора проб органики: А-1 – литологическая колонка зачистки в теле оползня 16-С3; А-2 – литологическая колонка зачистки в языковой части оползневого тела 16-С3; А-3 – схематический разрез оползневого тела 16-С3; Б-1 – литологическая колонка шурфа в теле оползня 16-С4; Б-2 – схематический разрез оползневого тела 16-С4; В-1 – литологическая колонка зачистки в борту оползней 16-С5 и 16-С6; В-2 – схематический разрез оползневых тел 16-С5 и 16-С6. На литологических колонках указаны места отбора образцов (черные квадраты), в скобках – лабораторные номера и определенным радиоуглеродным методом значения возраста (А – полученные по холодной выжигке гуминовых кислот, Б – по горячей выжигке гуминовых кислот). Б – по горячей выжигке гуминовых кислот; В – по горячей выжигке гуминовых кислот; фQIV – современные оползневые отложения (фQIV); сQIV – оползне-обваловые отложения (сQIV); stQIV – древние оползневые отложения (stQIV); dQIV – делювиальные отложения (dQIV); I – коренные породы – артиллит (J_{es}); II – первоначальное положение склона; III – современное положение склона; IV – урез ручья; V – направление смещения

тело 16-С5 подстилается болотными отложениями (мощность 0,6 м), а ниже по разрезу — оползневые отложения 16-С6. Очень большое оползневое тело 16-С6 пересекается безымянным притоком р. Мзымта, что свидетельствует о длительной стабилизации оползневых деформаций. Объем вовлеченных в смещение горных пород ~1,2 млн м³.

Очень большой блоковый оползень 16-С4 (рис. 1, Б-2) исследован в центральной части северного склона хр. Аибга (в непосредственной близости от Краснополянского разлома) на абсолютных отметках 904–782 м. Оползневые отложения состоят из грубообломочного, плохоокатанного, несортированного материала. Наиболее часто в них встречаются глыбы порфирита (диаметр 5–6 м и более), реже — обломки туфобрекчии и песчаника. Ниша отрыва представляет собой крутой обрыв высотой ~60 м и шириной ~260 м, покрытый слоем делювиально-осыпных отложений, редкой кустарниковой и древесной растительностью. В стенке отрыва вскрывается глыбовый грунт с суглинистым заполнителем, это указывает на то, что оползень 16-С4 развивался в обвальных отложениях, переместившихся в долину р. Мзымта на более ранних этапах. Объем вовлеченных в смещение горных пород ~3,5 млн м³ (длина оползня 16-С4 ~290 м, ширина ~270 м, мощность отложений ~90–120 м). Блоковый оползень частично перекрыт осыпными отложениями и крупными глыбами, переместившимися из ниши отрыва на поверхность оползня. Поверхность оползня заросла деревьями и кустарниками, возраст которых достигает 200–250 лет. Все это указывает на давность и однократность оползневого события.

Методика отбора образцов. Установление времени активизации оползневого тела по единичным образцам органического материала снижает степень доверия к полученному возрасту из-за того, что образцы могут загрязняться углеродсодержащими материалами, как более древними, так и более молодыми [Vasil'chuk, Vasil'chuk, 2017]. Это особенно актуально для горных районов со значительными перепадами рельефа, с большим количеством атмосферных осадков и высокой интенсивностью склоновых процессов. Используемая авторами во время полевых работ методика серийного отбора органического материала из разных элементов оползневого тела основывается на вариативности возраста внутри групп разного органического материала и позволяет повысить доверие к полученному возрасту оползневого события.

При опробовании большого оползневого тела 16-С3 в качестве основных элементов датирования выбраны поверхность, тело оползня и его языковая часть. Оползневое тело вскрывается в двух естественных обнажениях, образованных боковой эрозией правобережного притока р. Мзымта, где

сверху вниз в теле оползня обнаружены: 1) почва (0,0–0,1 м); 2) оползневые дресвяно-щебенистые грунты с суглинистым заполнителем (0,1–1,1 м); 3) суглинки щебенисто-глыбовые с обильным включением обломочного древесного материала (1,1–1,9 м), фрагменты селевых конусов выноса. В соседней зачистке в языковой части оползневого тела сверху вниз вскрыты: 1) почва (0,0–0,1 м); 2) оползневые дресвяно-щебенистые грунты с суглинистым заполнителем (0,1–0,55 м); 3) гумусовый горизонт — погребенный органический материал *in situ* (0,55–1,0 м); фрагменты селевых конусов выноса (1,0–1,6 м) — суглинки щебенисто-глыбовые, с обильным включением обломков древесины. Органический материал отбирался из всех вскрытых горизонтов.

В качестве основного элемента для радиоуглеродного датирования очень большого оползневого тела 16-С6 выбрана древняя поверхность оползня, перекрытая болотными бессточными отложениями и более молодым оползнем 16-С5. Отбор органического материала осуществлялся из естественного обнажения, вскрывшего отложения, накопившиеся на древней поверхности оползня. В обнажении сверху вниз обнаружены: 1) почва (0,0–0,1 м); 2) современные оползневые отложения (0,1–1,2 м), представленные дресвяно-щебенистыми грунтами с суглинистым заполнителем; 3) глина серо-коричневая тугопластичная с включением органики (1,2–1,8 м) — болотные отложения; 4) суглинок дресвяно-щебенистый твердый с редкими глыбами (вскрытая мощность 1,8–2,6 м) — древние оползневые отложения. Серийный отбор проб органического материала осуществлен из всех горизонтов.

При опробовании очень большого оползня 16-С4 в качестве основных элементов датирования выбраны поверхность и тело оползня. В его тыловой части, где наиболее часто накапливается торф, почвы или органические остатки, заложен шурф, вскрывший сверху вниз: 1) суглинок легкий пылеватый серо-зеленого цвета, слоистый (0,0–0,2 м) — болотные отложения; 2) бурые горно-лесные почвы (0,2–0,6 м); 3) глыбовый грунт с суглинистым заполнителем (0,6–2,6 м) — оползневые обвальные отложения.

Опробование среднего 15-С1 и небольшого оползневого тела 15-С2 осуществлялось в 2015 г. [Васильчук, Слышкина, 2017].

Методика датирования. Радиоуглеродное датирование органического материала, отобранного из всех оползневых тел, проводилось на ультранизкофоновом жидкостинтиллиационном спектрометре «Quantulus-1220» в лаборатории геохронологии четвертичного периода Института наук о Земле СПбГУ (заведующий лабораторией проф. Х.А. Арсланов).

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования и полученный калиброванный радиоуглеродный возраст оползней

Радиоуглеродный возраст органического материала из оползневых тел на склонах хр. Псехако и хр. Аибга

Лабораторный номер	Полевой номер	Глубина отбора образца, м	Описание	Радиоуглеродный возраст, лет	Калиброванный возраст (календарный), календ. лет
Оползневое тело 15-C1*					
ЛУ-8105	СЛ-1	2,1	древесина	180±50	≤200
Оползневое тело 15-C2*					
ЛУ-8106	СЛ-2	1,9	древесина	35 ±60	400±70
Оползневое тело 16-C3					
ЛУ-8399	СБ-26	0,35	древесная ветка	$\delta^{14}\text{C}^{**}=6,64\pm 1,17\%$	1956–1957 (3,7%); 2001–совр (91,7%)
ЛУ-8400	СБ-31	0,5	древесная ветка	30±75	<200
ЛУ-8401	СБ-25	0,3	древесная ветка	$\delta^{14}\text{C}^{**}=0,56\pm 1,2\%$	1676–1767 (29,5%); 1771–1778 (1,0%); 1799–1941 (63,1%); 1954–1956 (1,8%)
ЛУ-8402	СБ-24	0,1	древесная ветка	$\delta^{14}\text{C}^{**}=17,59\pm 1,15\%$	1957–1959 (19,9%); 1985–1990 (75,5%)
ЛУ-8403	СБ-29	0,6	древесина	200±50	180±100
ЛУ-8404	СБ-28	0,5	древесина	$\delta^{14}\text{C}^{**}=14,52\pm 1,22\%$	1957–1958(8,7%); 1988–1995 (86,7%)
ЛУ-8405	СБ-27	0,4	древесина	$\delta^{14}\text{C}^{**}=6,73\pm 0,97\%$	1956–1957 (2,7%); 2001–совр. (92,7%)
ЛУ-8406	СБ-30	0,7	древесная ветка	$\delta^{14}\text{C}^{**}=20,92\pm 1,15\%$	1958–1961 (29,4%); 1983–1987 (65,9%)
ЛУ-8407 (А)	СБ-32	0,55	гумус	$\delta^{14}\text{C}^{**}=14,2\pm 1,39\%$	1957–1958 (8,3%); 1988–1996 (87,1%)
ЛУ-8407 (Б)	СБ-32	0,55	гумус	$\delta^{14}\text{C}^{**}=13,4\pm 1,28\%$	1957–1958 (6,6%); 1989–1997 (88,8%)
ЛУ-8408	СБ-33	1,1	ствол дерева	200±50	180±100
ЛУ-8409	СБ-34	1,1	ствол дерева	155±55	<200
ЛУ-8410	СБ-35	на поверхности	древесная ветка	460±60	490±70
ЛУ-8411	СБ-36	0,65	древесная ветка	$\delta^{14}\text{C}^{**}=11,91\pm 0,83\%$	1957–1958 (5,4%); 1993–1998 (90,0%)
ЛУ-8412	СБ-37	1,2	древесина	$\delta^{14}\text{C}^{**}=11,4\pm 1,08\%$	1957–1958 (4,9%); 1993–2000 (90,5%)
Блоковый оползень 16-C4					
ЛУ-8419	СБ-8	0,2	древесные листья	$\delta^{14}\text{C}^{**}=6,41\pm 1,77\%$	1956–1957 (5,5%); 1999–совр (89,8%)
ЛУ-8385 (Б)	СБ-9	0,35	горно-лесная почва	840±70	780±70
ЛУ-8386 (А)	СБ-10	0,6	горно-лесная почва	970±50	870±50
ЛУ-8386 (Б)	СБ-10	0,6	горно-лесная почва	1190±90	1110±90
ЛУ-8388	СБ-15	0,8	угольки древесины	1810±150	1750±170
ЛУ-8387	СБ-13	на поверхности	древесина	210±25	180±95
ЛУ-8390 (Б)	СБ-65	на поверхности	горно-лесная почва	$\delta^{14}\text{C}^{**}=6,03\pm 1,31\%$	1956–1957 (4,3%); 2002–совр. (91,1%)
ЛУ-8391 (Б)	СБ-67	на поверхности	горно-лесная почва	$\delta^{14}\text{C}^{**}=13,02\pm 0,98\%$	1957–1958 (6,1%); 1990–1996 (89,3%)
ЛУ-8392 (Б)	СБ-66	на поверхности	горно-лесная почва	$\delta^{14}\text{C}^{**}=11,56\pm 1,12\%$	1957–1958 (5,3%); 1992–2000 (90,1%)
ЛУ-8393 (Б)	СБ-11	на поверхности	горно-лесная почва	100±50	<200
Озерные отложения между двумя оползневыми телами 16-C5 и 16-C6					
ЛУ-8417	СБ-56	1,6	древесная ветка	350±80	390±90
ЛУ-8416	СБ-59	1,7	древесина	800±170	770±150

Примечания. *Оползневые тела, изученные ранее [Васильчук, Слышкина, 2017]. Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы OxCal 4.2 (калибровочная кривая «IntCal 13» [Reimer et al., 2013], «Bomb13 NH1» [Hua et al., 2013]) ChristopherBronk Ramsey (<https://c14.arch.ox.ac.uk>). Датировки (А) получены по холодной вытяжке гуминовых кислот, датировки (Б) — по горячей вытяжке гуминовых кислот; $\delta^{14}\text{C}^{**}$ — содержание избыточного радиоуглерода над современным стандартом, которому соответствуют два интервала времени на калибровочной кривой «Bomb13 NH1» 1957–1958 гг. (8,7%) и 1988–1995 гг. (86,7%) — вероятностные интервалы калиброванного возраста.

15-С1, 15-С2 (таблица) в верховьях р. Мзымта в 2015 г. показали, что их активизация произошла менее 200 (ЛУ-8105) и 400 ± 70 (ЛУ-8106) календ. лет назад.

Результаты радиоуглеродного датирования оползневого тела 16-С3, указали на современный возраст исследуемого события (таблица). Фрагмент древесины (ЛУ-8404), так же, как и другие образцы органического материала (ЛУ-8412 и др.), отобранные из тела оползня, датированы двумя временными интервалами — 1957–1958 и 1988–1995 гг. из-за избыточного содержания радиоуглерода. Эти результаты, показали хорошую сходимость с датировками гумусового горизонта *in situ* (ЛУ-8407, ЛУ-8406), перекрытого языковой частью оползня. Последующее датирование древесных остатков из селевых отложений, подстилающих оползень (рис. 1, А-1, А-2), указало на активизацию событий менее 200 и 500 лет назад.

Результаты датирования оползневых тел 16-С5 и 16-С6 (таблица) указывают на вероятное время активизации оползневых событий: менее 400 лет назад и более 800 лет назад соответственно (рис. 1, В-1). Возраст древесины из болотных отложений, перекрывающих и подстилающих оползень, составил 390 ± 90 календ. лет (ЛУ-8417) и 770 ± 150 календ. лет (ЛУ-8416) соответственно. Полученные результаты показали хорошую сходимость и монотонное увеличение возраста с глубиной.

Радиоуглеродный анализ образцов органического материала из разных элементов блокового оползня 16-С4 позволил утверждать, что процесс был активен около 1100 лет назад (рис. 1, Б-1). Наиболее молодые датировки получены по древесным листьям из болотных отложений (таблица), отложившихся в тыловой части блокового оползня, — менее 200 лет. Возраст ненарушенной верхней части бурых горно-лесных почв, накопившихся на поверхности блокового оползня, составил 780 ± 70 календ. лет (ЛУ-8385), а возраст этой же почвы, отобранной из подошвы слоя, — 870 ± 50 календ. лет (по холодной вытяжке гуминовых кислот) и 1110 ± 90 календ. лет (по горячей вытяжке гуминовых кислот). Самый древний возраст древесных остатков из оползневого тела составил 1750 ± 170 календ. лет.

В результате анализа данных радиоуглеродного датирования оползневых отложений и каталога землетрясений Кавказа [Годзиковская, 2001] у авторов возникло предположение, что помимо атмосферных осадков для части оползней на южном склоне хр. Псехако (возможно, подготовленных к смещению другими процессами) триггерным механизмом активизации послужила сейсмичность. Так, наиболее поздняя серия землетрясений ($M=4,0 \div 4,4$, $H=3 \div 6$ км) силой до 7–8 баллов [Ананьин, 1977], отмеченная в 1955–1956 гг. в 20 км юго-западнее хр. Псехако, могла стать причиной

активизации большого оползневого тела 16-С3, датированного интервалом 1956–1958 гг.

Недалеко от эпицентра Бзыбского землетрясения В.С. Хромовских с коллегами обнаружили следы палеоземлетрясения с $M \sim 7,2$ и интенсивностью сотрясения ~ 9 –10 баллов и оценили его возраст в интервале 200–400 лет [Хромовских и др., 1979]. Можно предположить, что описанное палеоземлетрясение послужило причиной активизации одной из групп оползней: 15-С1, 16-С5 (менее 200 лет) или 15-С2, 16-С5 (менее 400 лет).

При исследовании сейсмической активности и связанных с ней эпизодов оползнеобразования в верховьях бассейна р. Мзымта А.Н. Овсяченко с соавторами использовали метод радиоуглеродного датирования. По единичным образцам почвы и чернозема они установили время активизации 1055–1183 и 1102–1140 лет назад для блокового оползня (Ш-16) в правом борту р. Мзымта, в районе устья р. Пслух, а также крупного блока-оползня (Ш-14) на северном склоне хр. Аибга соответственно [Овсяченко и др., 2016]. В непосредственной близости от этих оползней (Ш-14, Ш-16) определено время смещения блокового оползня 16-С4 — 1110 ± 90 календ. лет. Можно полагать, что три события произошли в одно и то же время и стали ответной реакцией на сильное палеоземлетрясение.

При сравнении возраста единичных образцов почвы, перекрывающей поверхность инсеквентного оползня (Ш-9) в левом борту р. Мзымта (междуречье р. Монашка и р. Бешенка), а также почвы, накопившейся на поверхности инсеквентного оползня (Ш-8) на водоразделе р. Мзымта — р. Пслушенок [Овсяченко и др., 2016], и древесины из болотных отложений, перекрывающих оползень 16-С6 на южном склоне хр. Псехако, обнаружены близкие датировки: 645–795 (ИГАН-3554), 636–685 (ИГАН-3879) и 770 ± 150 календ. лет (ЛУ-8416), которые указывают на минимальный возраст событий. Единичный образец палеопочвы, отобранной А.Н. Овсяченко с соавторами из основания обвальных отложений (Ш-10) в правом борту р. Монашка (привершинная часть водораздела), датирован 697–798 календ. лет и указывает на максимальный возраст события. Эта группа датировок в интервале 650–800 лет назад может отражать результаты сейсмической активности.

Примерный сценарий формирования оползневого тела 16-С4 авторам статьи представляется следующим (рис. 2, А): около 1,8 тыс. лет назад произошел гигантский обвал (область транзита характеризуется высотой около 450 м, шириной около 1000 м), причиной которого могло быть мощное палеоземлетрясение. В теле этого обвала могли захорониться растущие на склоне деревья, остатки которых датированы нами 1750 ± 170 календ. лет. Спустя 600–700 лет произошло смещение блокового оползня, охватившее верхнюю

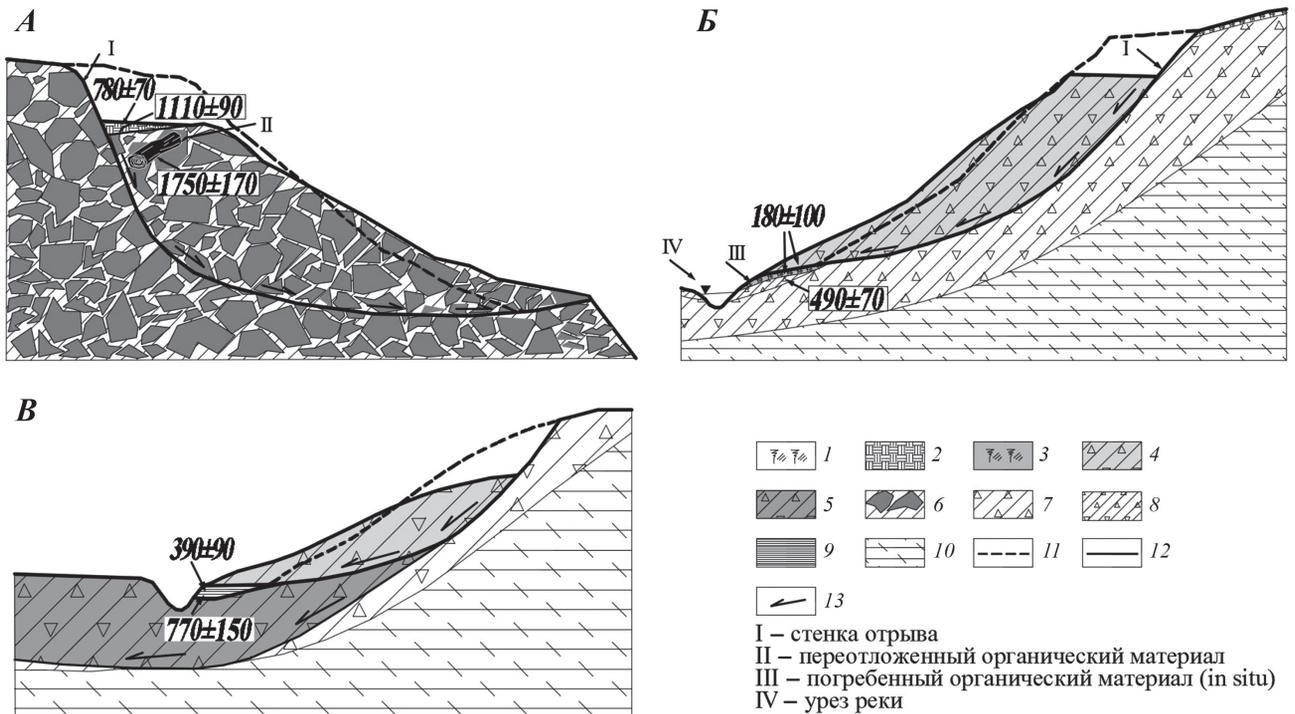


Рис. 2. Схематические разрезы оползней с указанием мест отбора проб органики для ^{14}C -датирования: А – на южном склоне хр. Аибга (16-С4); Б – на северном склоне хр. Псехако (16-С3); В – на северном склоне хр. Псехако (16-С5 и 16-С6) 1 – почва; 2 – бурые горно-лесные почвы; 3 – гумусовый горизонт (in situ); 4, 5 – оползневые отложения; 6 – оползне-обваловые отложения; 7 – делювиальные отложения; 8 – фрагменты селевых конусов выноса; 9 – болотные отложения; 10 – коренные породы (аргиллиты); 11 – первоначальное положение склона; 12 – современное положение склона; 13 – направление смещения

часть тела гигантского обвала. Этот оползень имел ширину около 270 м и длину 290 м. Он сместился вниз по склону приблизительно на 122 м. Вполне вероятно, что причиной активизации этого крупного оползня были ливневые осадки, которые привели к переувлажнению материала в верхней части гигантского обвала. Этот переувлажненный материал мог сместиться даже в результате не очень сильных сейсмических колебаний в Краснополянской приразломной зоне. После смещения блокового оползня на его поверхности сохранилось увлажненное болото, а затем здесь начали формироваться бурые горно-лесные почвы в период от 1110 до 780 лет назад. На заключительном этапе этот почвенный массив подвергся вторичному обводнению и частично был перекрыт озерно-болотными глинами с высоким содержанием растительных остатков (датированы современностью).

Основываясь на данных радиоуглеродного датирования органического материала и данных исторических сейсмических событий, можно предположить, что оползание материала в районе оползня 16-С3 (рис. 2, В) было трехкратным: 2 селевых схода 490 ± 70 и 180 ± 100 лет назад были вызваны ливневыми осадками и осуществлялись по долине вкрест простирания локального оползневого склона. Фрагменты селевых конусов вскрыты в долине ручья у подножия большого оползневого тела 16-С3. Причиной активизации

оползня (ширина 120 м и длина 80 м) послужили сейсмические события 1955–1956 гг. Условием же крупного оползания материала стали обильные дожди, которые привели к переувлажнению и снижению физико-механических свойств глинистых грунтов. Активизировавшаяся оползневая масса сместилась вниз по склону, под языком этого крупного оползня оказалась часть конуса выноса двух предыдущих селей, а также перекрывающий их гумусовый горизонт, возраст которого по данным радиоуглеродного анализа около 60 лет.

Крупный оползень 16-С6 (объем $1,2 \text{ млн м}^3$) сошел около 800 лет назад. Вероятной причиной его активизации стала повышенная в тот период сейсмическая активность [Овсюченко и др., 2016]. Огромный объем материала сместился вниз по склону, сформировав выровненную поверхность во фронтальной части оползня 16-С6 (рис. 2, В). Одновременно с этим оползневое тело перекрыло русло ручья и создало запруду. Впоследствии неоднократно происходил сход селей. Во время активизации селевых процессов около 750 и 400 лет назад выровненная поверхность оползня заполнялась взвешенной селевой массой с органическим материалом. Со временем эта взвесь осаждалась, формируя глинистые отложения с органикой. Менее 400 лет назад на локальном оползневом склоне вновь сместилась масса грунта. Оползень 16-С5 объемом 250 тыс. м^3 сполз вниз, захоронив

более древние оползневые (16-С6) и болотные отложения.

Выводы. 1. Исследования оползней в горах Западного Кавказа с использованием метода радиоуглеродного датирования показали, что наиболее молодые оползни распространены на южном склоне хр. Псехако и имеют возраст менее 200 и 400 лет и более 800 лет, а наиболее древний блоковый оползень на северном склоне хр. Аибга имеет возраст 1110 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ананьин И.В. Сейсмичность Северного Кавказа. М.: Наука, 1977. 149 с.

Васильчук Ю.К., Котляков В.М. Основы изотопной геокриологии и гляциологии: Учебник. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. 616 с.

Васильчук Ю.К., Слышкина Е.С. Радиоуглеродное датирование небольших оползней на склонах в долине р. Мзымта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2017. № 1. С. 45–48.

Годзиковская А.А. Каталог землетрясений Кавказа с $M \geq 4,0$ ($K \geq 11,0$) с древнейших времен по 2000 г. М.: Центр службы геодинамических наблюдений в электроэнергетической отрасли. Министерство топливной энергетики, 2001.

Овсяченко А.Н., Меньшиков М.Ю., Рогожин Е.А., Корженков А.М. Циклы сейсмической активности во второй половине голоцена на Западном Кавказе и их связь с этапами цивилизационного развития (на примере верховьев р. Мзымта) // Геофизические процессы и биосфера. 2016. Т. 15, № 2. С. 68–100.

Слышкина Е.С., Баранов А.А., Бершов А.В. Расчет устойчивости северного склона хребта Аибга в районе поселка Эсто-Садок (Сочи, Краснодарский край) // Инженерная геология. 2015. № 5. С. 62–70.

Слышкина Е.С., Бершов А.В., Баранов А.А. и др. Современная активность оползней южного склона хребта Псехако в бассейне р. Мзымта (Сочи, Краснодарский край) // Инженерная геология. 2016. № 3. С. 68–78.

2. Обобщение данных инструментальных сейсмологических наблюдений на территории Западного Кавказа, палеосейсмологических исследований и полученных радиоуглеродных датировок помогло выявить и установить взаимосвязь между оползневыми процессами и палеоземлетрясениями.

Благодарности. Авторы благодарны проф. В.Т. Трофимову за интерес, проявленный к нашей работе.

Хромовских В.С., Солоненко В.П., Семенов Р.М., Жилкин В.М. Палеосейсмогеология Большого Кавказа. М.: Наука, 1979. 188 с.

Booth A.M., LaHusen S.R., Duvall A.R., Montgomery D.R. Holocene history of deep-seated landsliding in the North Fork Stillaguamish River valley from surface roughness analysis, radiocarbon dating, and numerical landscape evolution modeling // J. Geophys. Res., Earth Surface. 2017. Vol. 122. P. 456–472.

Hancox G.T., Langridge R.M., Perrin N.O. et al. Recent mapping and radiocarbon dating of three giant landslides in northern Fiordland, New Zealand // GNS Sci. Rep. (2012). August 2013. 52 p.

Hua Q., Barbetti M., Rakowski A.Z. Atmospheric radiocarbon for the period 1950–2010 // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, N 4. P. 2059–2072.

Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years Cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, N 4. P. 1869–1887.

Vasil'chuk Yu.K., Vasil'chuk A.C. Validity of radiocarbon ages of Siberian yedoma // GeoRes J. 2017. Vol. 13. P. 83–95.

Oxford Radiocarbon Accelerator Unit. Research Laboratory for Archaeology [Электронный ресурс]. URL: <https://c14.arch.ox.ac.uk>

Поступила в редакцию
24.11.2017