

УДК 550.34 (571.53/55)

Джумабаева А. Б., Байкулов С.К.,  
Тилек кызы Гулкайыр, Рахмединов Э.Э.  
Институт сейсмологии НАН КР,  
г. Бишкек, Кыргызстан

### КРУПНЫЕ ОПОЛЗНИ В АКТИВНЫХ СТРУКТУРАХ ЮГО- ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ (БАТКЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Аннотация.** Крупные скальные оползни на территории Баткенской области распространены на северных склонах Туркестано-Алайского хребта и приурочены к зонам разломов. Большинство оползней соответствует критерию сейсмического происхождения (крупные размеры, большая длина пробега каменной лавины, зарождение оползня в верхней части склона, появления оползней в одних и тех же участках, и их близость к зонам разломов) и указывает на их связь с возможными крупными палеоземлетрясениями. Крупные оползни во верховьях рек Сох, Шахимардан, Исфайрамсай неоднократно перекрывали русла водотоков, создавая запрудные и завальные озёра, которые представляют риск прорыва при возможных сильных землетрясениях в будущем.

**Ключевые слова:** палеосейсмология, сейсмогравитационные процессы, первичные и вторичные сейсмодислокаций, скальные оползни, каменные лавины.

### КЫЙМЫЛДУУ СТРУКТУРАЛАРДАГЫ ИРИ ЖЕР КӨЧКҮЛӨР (ТҮШТҮК-БАТЫШ ТЯНЬ-ШАНЬ, БАТКЕН ОБЛУСУ)

**Кыскача мазмуну.** Баткен аймагындагы ири жер көчкүлөрдүн таралышы Туркестан-Алай тоо кыркасынын түндүк тарабындагы жарака зоналарына туура келет. Айрым белгилери (ири көлөмү, таш кулоонун узундугу, тоонун чокусунан урап түшүсү, жакын аралыкта тыгыз жайгашышы, жарака зоналарына жакындыгы) менен жер көчкүлөрдүн жер титирөөгө байланышы божомолдонот. Убагында Сох, Шахимардан, Исфайрамсай дарыяларынын жогорку агымындагы ири жер көчкүлөр бир нече жолу суу агымдарын тосуу менен жабык көлдөрдү пайда кылган. Учурда аталган дарыялардын жогорку агымында жабык көлдөр жер титирөөдөн жарылуу коркунучун туудурат.

**Негизги сөздөр:** палесейсмология, сейсмогравитациялык кубулуштар, биринчилик жана экинчилик сейсмикалык дислокациялар, жер көчкүлөр.

### LARGE LANDSLIDES IN THE ACTIVE STRUCTURES OF THE SOUTHWESTERN TIEN SHAN (BATKEN REGION)

**Abstract.** Large rock landslides on the territory of the Batken region are propagated on the northern slopes of the Turkestan-Alay Range and are confined to the zones of faults. Most of landslides correspond to the seismic origin criteria (large size, long rock avalanche path, landslide initiation in the upper part of the slope, occurrence of landslides in the same areas, and their proximity to fault zones), which indicates their link with possible large paleoearthquakes. It should be noted that large landslides in the upper reaches of the Sokh, Shakhimardan, Isfairamsay rivers repeatedly blocked the channels of watercourses, creating dammed and dammed lakes. Currently, located dammed lakes in the upper reaches of the rivers represent the risk of dammed lakes if strong earthquakes destroy them in the future.

**Keywords:** seismogravitational processes, primary and secondary seismic dislocations, paleoseismology, rock landslides, rock avalanches.

Крупные сейсмические события с магнитудой  $M \geq 5.0$  сопровождаются вторичными нарушениями рельефа и поверхностных отложений, реже - первичными тектоническими разрывами и дислокациями [1-3]. Согласно существующим классификациям, сейсмодислокации делятся на две основные группы: в первую группу входят «сейсмотектонические» или «первичные сейсмодислокации», во вторую - «сейсмогравитационные» или «вторичные сейсмодислокации», которые образуются в результате процессов, вызванных сотрясениями поверхности. Наиболее частыми среди вторичных деформаций являются оползни, камнепады, обвалы и другие поверхностные нарушения. На рисунке 1 показаны связь параметров сейсмодислокаций с магнитудой землетрясения [1].

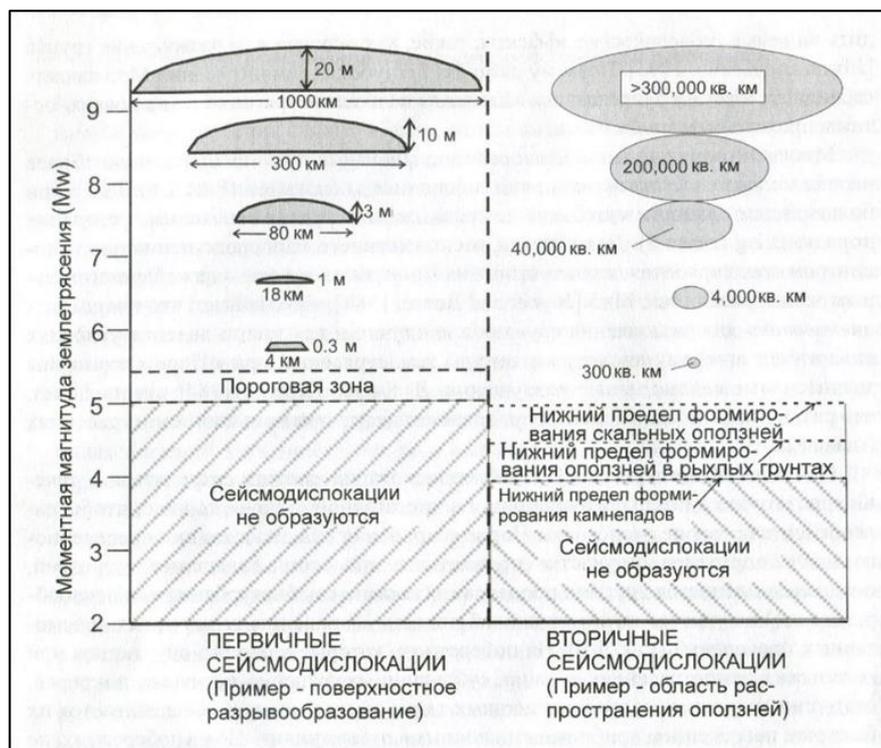


Рисунок 1. Соотношение параметров сейсмодислокаций с магнитудой землетрясения [1]. В левой части диаграммы показаны размеры поверхностных разрывов (км) и максимальные величины смещений (м) (первичных сейсмодислокаций), наблюдавшихся при исторических землетрясениях различной магнитуды. В правой части диаграммы показаны размеры областей, поражаемых косейсмическими оползнями (вторичные сейсмодислокации).

Существуют различные факторы формирования и распределение гравитационных образований (оползни, обвалы, каменные лавины). Среди этих факторов, землетрясение является один из главных триггеров образования и активизации оползней, обвалов и каменных лавин в горных районах Средней Азии [1-19].

Впервые в Алайской впадине под руководством Никонова А.А. был применён палеосейсмологический метод для выявления и определения возраста оползней в эпицентральной зоне Алайского землетрясения 1978 г.,  $M \geq 6.8$  [3]. При обследовании эпицентральной зоны обнаружены многочисленные современные и древние гравитационные образования в виде обвалов и каменных осыпей на северных склонах Заалайского хребта, которые были датированы на основе применения радиоуглеродного и лихенометрического методов. Абсолютный возраст некоторых оползней коррелируются с возрастами пяти палеоземлетрясений с  $M_w \geq 7.0 - 7.4$ , произошедших

в течение последних ~ 7 тыс. лет на Предзаалайском разломе. По методу «тренинга» определена средняя скорость смещения крыльев активного разлома ( $4.5 \pm 1.5$  мм/год) и оценена средняя повторяемость сильных палеоземлетрясений (около 2 тыс. лет) в этом регионе [19-20]. Вероятно, такие крупные землетрясения в прошлом послужили причиной образования крупных Комансуйской (34 км) и Ачикташской (24 км) каменных лавин, сошедших с Заалайского хребта на днище Алайской долины.

Авторы монографии [4-5] считают, что наиболее важными и достоверными признаками, указывающими на сейсмическое происхождение крупных оползней и каменных лавин, это одновременность образования нескольких склоновых смещений на некоторой площади и нахождение больших «скальных» оползней вблизи активных разломов, а также их сходство с надёжно задокументированными оползнями, образовавшихся при исторических землетрясениях. Такие крупные скальные оползни, сформировавшийся при землетрясениях с  $M \geq 7.0$ , приведены в таблице 1 [5] и могут использоваться в качестве эталона для сравнения.

Таблица 1. Основные параметры крупных оползней в скальных массивах в Средней Азии, произошедших при известных землетрясениях [5].

Год, название землетрясения и его магнитуда	Название оползня	Тип горных пород	Примерный объем (миллионов м <sup>3</sup> )	Разница высот между бровкой цирка и фронтом тела / длина пробега (км) и тип ограничений	Основные особенности
1887, Верненское, 7.3	Акджарский	Граниты, метаморфические сланцы	7-10	0.15-0.4 / 1.73. Канализированный	Очень сложно построенная область питания – одновременное обрушение на нескольких склонах (см. Рис. 1.1).
1911, Сарезское, 7.7	Усойский	Терригенные, карбонатные, гипсы, ангидриты	2200	1.67 / 6.14. С фронтальным ограничением	Очень глубокий клинообразный оползневой цирк, бровка которого приурочена к выраженной ступени в рельефе; верхняя часть оползневой тела сложена сохранившимся блоком размером ~1×1 км; оползень образует Сарезское озеро глубиной до 500 м. (см. Рис. 1.3, Рис. 3.37, Рис. 4.50, Рис. 5.3).
1911, Кеминское, 8.2	Ананьевский	Граниты	30	0.42 / 1.24. Частично канализированный	Обрушение отрога длиной и шириной несколько сотен метров непосредственно висячем крыле сейсмогенного надвига; Практически плоская тыловая стенка отрыва (см. Рис. 1.2; Рис. 3.72).
	Кандинский	Метаморфизованные осадочные породы	5	0.46 / 1.4. Частично канализированный	Обрушение произошло непосредственно в поднятом крыле сейсмогенного разрыва.
	Чиликский	Метаморфизованные осадочные породы и граниты	8	0.81 / 2.3. С фронтальным ограничением	Часть смещенного материала осталась на склоне в цирке; оползень перекрыл реку, но позднее плотна была размыва (см. Рис. 7.2).
1949, Хаитское, 7.4	Хаитский	Гнейсы, граниты, сланцы	100	1.375 / 7.41. Канализированный	Очень глубокий неровный цирк, захвативший склон до водораздела; оползень преобразовался в каменную лавину с большой длиной пробега, включив "по пути" значительное количество лессовидных суглинков и воду несколько мелких озер (см. Рис. 1.4; Рис. 4.38; Рис. 5.4)
1992, Сууса-мырское, 7.3	Бельалдинский	Граниты	20	0.665 / 1.61. Канализированный	Оползень перекрыл верховья долины и год спустя в ней сформировался катастрофический селевой поток.

Непосредственно на самой территории Баткенской области группой исследователей [15] были описаны сейсмодислокации, вызванные Исфара-Баткенским землетрясением 1977 г. с  $M \geq 6.3$ . В семибальной зоне данного сейсмособытия образовались многочисленные остаточные деформации в виде обвалов (макс. объём 80-100 м<sup>3</sup>), отдельных камнепадов, осыпей, а также трещин в грунте (шириной от 2 до 30 см). Наиболее значительные остаточные деформации сосредоточены на склонах горы Гузан (крутизна склонов от 40°- 50°), которая сложена породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя - известняками, песчаниками, сланцами, аргиллитами и глинами.

На территории Баткенской области (г. Кадамжай и Айдаркен) проведена оценка опасности и рисков от оползней, обвалов, камнепадов и селей с созданием карт подверженности и было установлено, что район характеризуется относительной низкой подверженностью оползневым процессам по сравнению с соседними областями и оползнеопасными районами юга Кыргызстана [8].

Целью данного исследования являлся анализ пространственного распространения скальных оползней и каменных лавин на северных склонах Туркестано-Алайского хребта и их связь с морфологией рельефа и активными структурами.

По тектоническому районированию (Синицин, 1960) северные склоны Туркестано-Алайского хребта входят в пределы Туркестанской зоны в современном рельефе отвечающих ряду хребтов и разделяющих их долин. На всём своём протяжении эта сравнительно узкая зона разделяет крупные и совершенно отличные друг от друга структурно-формационные зоны Южного Тянь-Шаня: Зеравшанскую и зону Высоких предгорий или Туркестано-Алайскую. В верховьях, правых составляющих р. Соха, зона переходит на южный склон Алайского хребта в долину р. Коксу-западная и скрывается затем под молодыми отложениями Алайской долины. Туркестанская зона имеет относительно небольшую ширину 15-18 км. Южная граница зоны проводится по чёткому разломному нарушению, к югу от которого начинается поле выходов силурийских терригенных отложений Зеравшанской зоны. Разлом имеет достаточно прямолинейные очертания и крутопадающую к югу поверхность. Местами разлом выглядит как крутой надвиг силурийских толщ на верхнепалеозойские (бассейн р. Исфары), местами он омоложен новейшими движениями и хорошо выражен в виде уступа высотой 300-400 м.

Северная граница зоны более условно и проводится там, где их разрезы исчезают в сколько-нибудь мощных терригенных толщах верхнего палеозоя. Эта граница соответствует крупным разломам, кулисообразно сменяющим друг друга.

Наиболее характерной формацией для Туркестанской зоны является верхнепалеозойские терригенные образования, мощность которых достигает 1100 м. Разрез верхнего палеозоя венчается несогласно залегающей грубообломочной толщей красно-бурых конгломератов позднего карбона-раннего перма. Строение Туркестанского глубинного разлома достаточно сложное, в целом характерно чешуйчато-надвиговой структуре, образованной серией чешуй – моноклиналей широтного простирания. Во верховьях бассейна р. Исфары в строении зоны главенствует крупная синклиналь гор Дауда, сложенная в своей нижней части средне-верхнекаменноугольными, песчано-сланцевыми отложениями, а в верхней - разногалечными конгломератами. На его южном склоне находятся три крупных оползня (рисунок 2, (59, 60, 61)), объёмом около 15-30 млн. м<sup>3</sup> каждый. Далее к востоку в бассейне реки Кшемьш выявлен оползень Каракель-Катта (рисунок 2 (58)), с общим объёмом 95 млн. м<sup>3</sup> и подпрудное маленькое озеро Каракель-Катта. Оползень лежит на северном склоне горы Карабель, сложенной из девонских, преимущественно, карбонатных пород. «Язык» обвала перемещена на 1.9 км вниз по долине и имеет две генерации [4]. Эти группы оползней тяготеют к широтному *Джипытакскому разлому*,

по которому надвинуты силурийские и девонские образования. На всём своём протяжении разлом имеет крутое южное падение.

Далее на восток, в бассейне реки Соха, цепочка верхнепалеозойских прогибов, несколько смещается к югу и уходит вверх по течению р. Ходжа-Ачкан. Здесь известна крупная Ходжа-Ачканская синклинали складка, осложнённая на крыльях мелкими складками с опрокидыванием крыльев к ядру главной синклинали. Складка испытывает резкое вздымание шарнира к востоку, на водоразделе бассейнов рек Соха и Коксу-западная [20]. Здесь сосредоточены группа оползней: первый из них – каменная лавина Коргон-Таш (рисунок 3 (55)) (объёмом 30 млн. м<sup>3</sup>), которая сошла с юго-западного склона горы Кулдыктоо, сложенной каменноугольными карбонатно-кремнистыми породами. Лавина перекрыла долину реки Сох ниже слияния рек Ак-Терек и Ходжа-Ачкан, около аила Коргон-Таш. Оползень представляет собой веерообразное тело, мощностью до 40-50 м. Существует предположение о двух генерациях Коргон-Ташской каменной лавины, которые различаются гранулометрическим составом и следами прорывного паводка на поверхности террасы [4]. Выше по течению р. Ак-Терек находится вторая каменная лавина (56), объёмом около 40 млн. м<sup>3</sup>. В долине реки Ходжа-Ачкан находится третий оползень (57), объёмом около 25 млн. м<sup>3</sup>, обрушившегося со склона высотой 1200 м в русло реки (рисунок 3). Во верховьях реки Айгул (правый приток р. Сох) находится крупнейший Кызыл-Каттинский оползень (54) объёмом около 500 млн м<sup>3</sup> (рисунок 3). Обрушение произошло на скальном отроге, возвышавшийся над слиянием двух речек на высоте 1100 м, который сложен карбонатными породами с терригенной пачкой. Обломки камнепада заполнили стык двух речных долин, запрудив небольшие озёра по обоим сторонам тела. Оползень имеет две генерации [4].

В междуречье Соха-Шахимардана на протяжении порядка 125-130 км при ширине около 25 км прослеживается крупное складчатое сооружение – Ходжаачкинский антиклинорий. На всём протяжении ядро антиклинория нарушено крутопадающим разломом типа сброса или взброса. К северу от него складки начинают опрокидываться к северу. Осевая часть Ходжаачканского антиклинория прорвано рядом тел гранодиоритов среднекарбового возраста. Северное крыло Ходжаачканского антиклинория выражено исключительно чётко и сложено мощными карбонатными толщами девона, нижнего и среднего карбона. Наиболее характерной чертой строения северного крыла является крупные складки, опрокинутые к северу. Пучок параллельных складок, образующих северное крыло Ходжаачканского антиклинория, хорошо прослеживается к востоку и западу от района Хайдаркана. Его восточное продолжение отмечено на правом берегу р. Шахимардана, после чего складки теряют свою асимметричность и испытывают некоторую виргацию. В этих местах находится Курбанкульский оползень (рисунок 3 (53)) с объёмом около 15 млн. м<sup>3</sup>. Её фронтальная часть перекинулась на противоположный склон на высоту 80 м и образовала плотину высотой до 120 м и подпрудное озеро. Плотина прорвалась частично в 1977 и 1998 гг., нанеся серьёзный ущерб хозяйству [4-5].

Сразу же к востоку от долины р. Исфайрама складчатая зона Высоких предгорий теряет свою выразительность и сменяется Кичикалайчкой зоной. В бассейне реки Исфайрамсай, в верховье правого притока - р. Тегермач, находятся Жашылкельский оползень (50), объёмом около 25 млн. м<sup>3</sup>, и запруженное озеро Жашылкель. Выше завала находится другой обвал с меньшим объёмом, около 8 млн. м<sup>3</sup> (51, рисунок 3) [4]. Озеро Жашылкель прорвало в 8 июня 1966 г., и в результате был причинён значительный ущерб населённым пунктам, расположенным ниже по течению реки Исфайрамсай. Этот завал был детально изучен экспедицией Резвой Д.П., которые были свидетелями этого события. На рисунке 2 показана схема условий образования оползне-обвального перекрытия в плане и в разрезе, где склоны пересечены разрывами. Авторы предполагают сейсмическое происхождение завала и оценивают возможное время

возникновения землетрясений в интервале 1766 до 1833 гг. н. э., на основе абсолютного возраста арчовых деревьев, найденных на дне озера после прорыва. Более внимательный осмотр долины р. Тегермача показал существование ниже ещё двух древних озёр, от которых сохранились остатки плотин и озёрных отложений [23]. Следует отметить что на сравнительно небольшой площади в пределах бассейна р. Тегермача находятся остатки нескольких озёр сходного обвального-плотинного происхождения разного возраста.

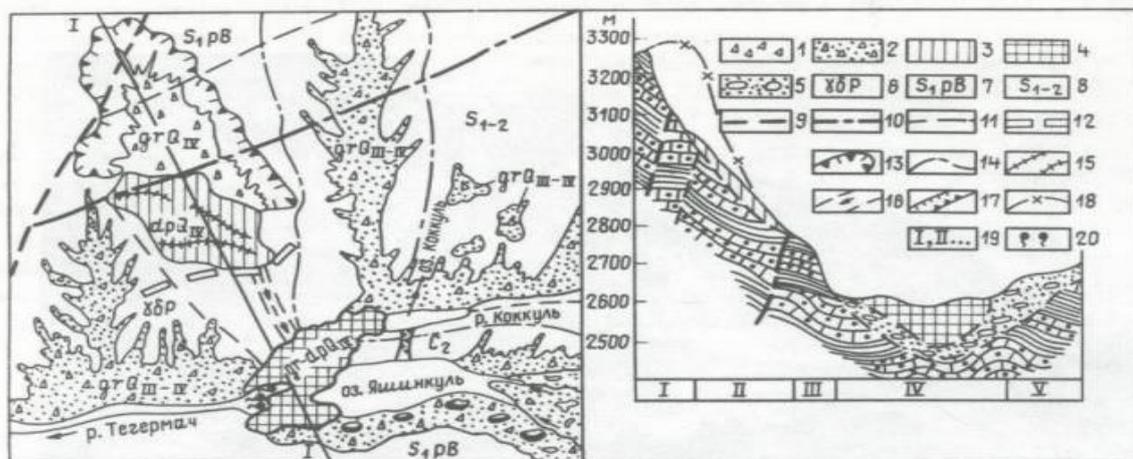


Рисунок 2. Схема условий образования оползне-обвального перекрытия в долине реки Тегермач [23]. Четвертичные отложения: а) обвальное-осыпные накопления: 1 - современные щебнистые с крошкой сланцев и отдельными глыбами кварцевидных песчаников, сформированные в нише отрыва; 2 - верхнеплейстоценово-голоценовые с суглинистым заполнителем средней плотности; б) оползне-обвальные: 3 - современные щебнисто-глыбовые с суглинистым заполнителем, представляющие остаточную оползневую ступень; 4 - современные-обвальные щебнисто-глыбовые отложения, перекрывшие долину р. Тегермач; в) гляциальные: 5 - верхнеплейстоценовые конечно-моренные отложения, представленные валунами, щебёнкой с плотным супесчано-суглинистым заполнителем. Палеозойские отложения: 6) гранодиориты серого цвета, поликристаллические, массивные, слабо трещиноватые, верхнепалеозойского возраста; 7) нижнесилурийские песчаниково-сланцевые отложения, падающие по склону; 8) нижне-верхнесилурийские отложения, представленные толщей кварцитовидных песчаников с прослоями сланцев. Разрывы: 9) Капчагай-Тегермачский разлом раннепозднергерцинского возраста; 10) Джумасуйский разлом позднегергерцинского возраста; 11) локальный разлом с неустановленной морфологией.

Крупный оползень (рисунок 2, (52)) имеется в долине реки Мин-Жылкы - левый приток реки Исфайрамсай. Объём оползня составляет около 90 млн. м<sup>3</sup> [4]. Обрушения оползня затронуло весь склон высотой до 1200 м, сложенного каменноугольными терригенными породами, и разрушило водораздел длиной около 1 км. Оползневое тело, мощностью до 200 м, было перекинуто на противоположный склон на высоту до 70 м, заполнив долину на расстоянии 2100 м.

На основе вышеописанных крупных скальных оползней, выбранных из базы данных [4, 14], построена таблица и цифровая карта оползней на территории Баткенской области (рисунок 3 и таблица 2).

Таблица 2. Основные параметры крупных скальных оползней и каменных лавин Баткенской области по данным [4-5].

№	Название оползня	Место расположения и зона разлома	Тип горных пород	Примерный объём (млн.м <sup>3</sup> )	Основные особенности	Ссылки
50.	Жашыл-Кель	Верховья р. Тегермач (в басс. Исфайрамсай); (XVIII) <sup>1</sup>	Силурские сланцы, песчаники в центральной и нижней части – каменноугольные, терригенные, известняки.	25	Завальное озеро Жашыл-Кель; прорвано 18.06.1966 г.	[4]
51.	Обвал			8		
52.	Каменная лавина Мин-Жылкы	Долина р. Мин-Жылкы (левый приток р. Исфайрама); (XIX) <sup>2</sup>	Каменноугольные, терригенные	90		
53.	Курбанкул	Долина р. Шахимардан (XVIII) <sup>1</sup>	Каменноугольные, известняки.	15		
54.	Кызыл-Катгин	Верховья р. Ай-Кол (пр. приток Р. Соха); (XIX) <sup>2</sup>	Карбонатные, терригенные	500	2 завальн. озера; 2 генерации	
55.	Каменная лавина Коргон-Таш	Слияние рек Ак-Терек и Ходжа-Ачкан; (XIX) <sup>2</sup>	Каменноугольные, карбонатно-кремнистые	30	2 генерации	
56.	Каменная лавина Ак-Терек	Выше по течению р. Ак-Терек; (XIX) <sup>2</sup>	Метоморфические терригенные, силурские	40	Заиленное озеро	
57.	Ходжа-Ачкан	Долина р. Ходжа-Ачкан; (XIX) <sup>2</sup>		25	Плотина полностью прорвана	
58.	Кызыл-Катта	Долина р. Нурлау (пр. приток р. Кшемьш); (XIX) <sup>2</sup>	Девонские, карбонатные	95	Завальное оз. Кара-Кель-Катта	
59.	Киндык 1	Долина р. Киндык (место слияние с р. Каравшин)	Верхнекаменноугольные-нижнепермские терригенные	15-30		
60.	Киндык 2			15-30		
61.	Джиптык			15-30		

		Долина р. Джиптык; (XIX <sup>2</sup> )			
62.	Каменная лавина Айкель	Верховья р. Саркат; (XIX <sup>2</sup> )	Каменноугольные известняки	75	Завальное озеро Айкель
63.	Обвал	Долина р. Сардала; (XIX <sup>2</sup> )	Девонские, карбонатные	3	Плотина прорезана эрозионным каналом

(XVIII)<sup>1</sup> - XVIII-Северо-Хайдарканский разлом; (XIX<sup>2</sup>) XIX- Туркестано-Алайский разлом.

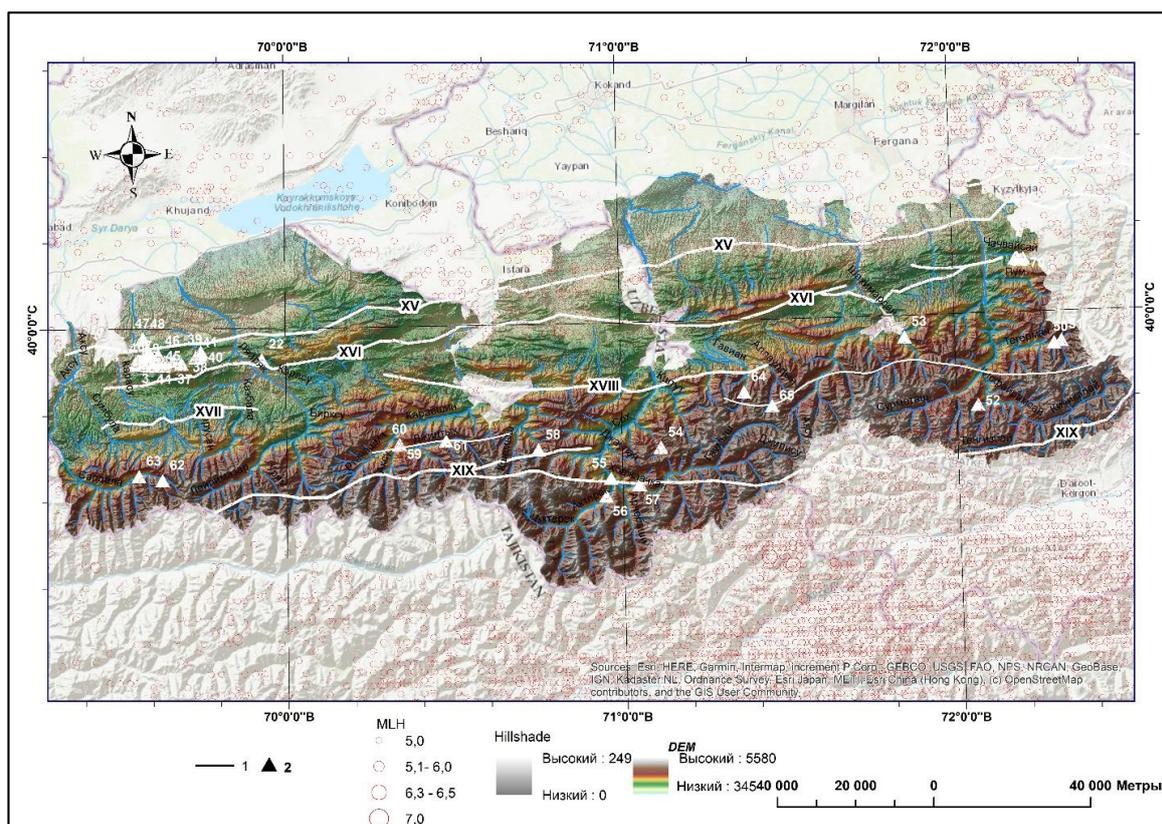


Рисунок 3. Цифровая карта распределения оползней на территории Баткенской области. 1-активные разломы: XV-Суюктинский, XVI-Катрантооский, XVII- Андаракский, XVIII-Северо-Хайдарканский, XIX- Туркестано-Алайский [22]; 2- оползни.

На основе полученных данных проведён пространственный анализ распределения скальных оползней на изученной территории. В качестве дополнительных материалов использованы данные топографических, геологических карт, карты активных разломов. Необходимые морфометрические параметры (градиент наклона, высота рельефа) получены при анализе рельефа, с помощью цифровой модели местности (DEM), построенный в ARCGIS 10.8. При проведении пространственного анализа рассмотрены следующие факторы: 1. Крутизна склонов; 2. Высота рельефа (ЦМР); 3. Расстояние до тектонических нарушений (разломов), составлены цифровые карты в масштабе 1:1000000 (см. рисунки 4, 5, 6). Корреляция между расположением оползней и морфологическими параметрами рельефа показывает их развитие на склонах

крутизной от 40° до 70° и на высоте 2500-3500 м над уровнем море (рисунки 4, 5), в палеозойских отложениях или более старых формациях (твёрдых породах). Они находятся в зоне влияние активных разломов на расстоянии от 1500 до 3000 м (рисунок б).

На основе пространственного анализа скальных оползней и каменных лавин в активных структурах региона можно сделать следующие выводы:

- Крупные оползни группируются на отдельных участках северного склона Туркестано-Алайского хребта и приурочены к зонам активных разломов.
- Выявленные общие характеристики крупных оползней (крупные размеры, большая длина пробега каменной лавины, зарождение в верхней части склона, образование оползней на одних и тех же участках) позволяют предполагать их возможную сейсмическую природу.
- Следует отметить, что крупные оползни и каменные лавины в верховьях рек Сох, Шахимардан и Исфайрамсай неоднократно перекрывали русла водотоков, создавая запрудные и завальные озёра, которые представляют риск прорыва при возможных сильных землетрясениях в будущем.

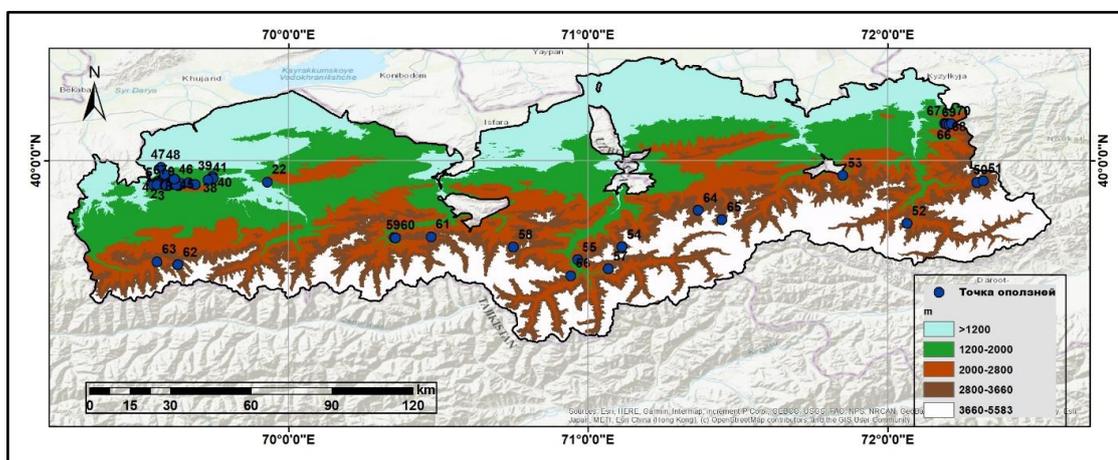


Рисунок 4. Карта высот рельефа.

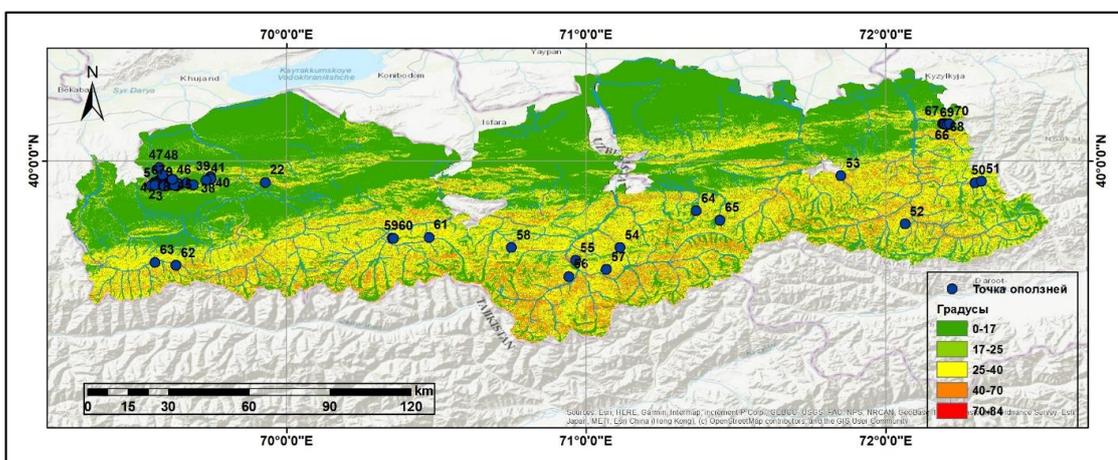


Рисунок 5. Карта уклонов.

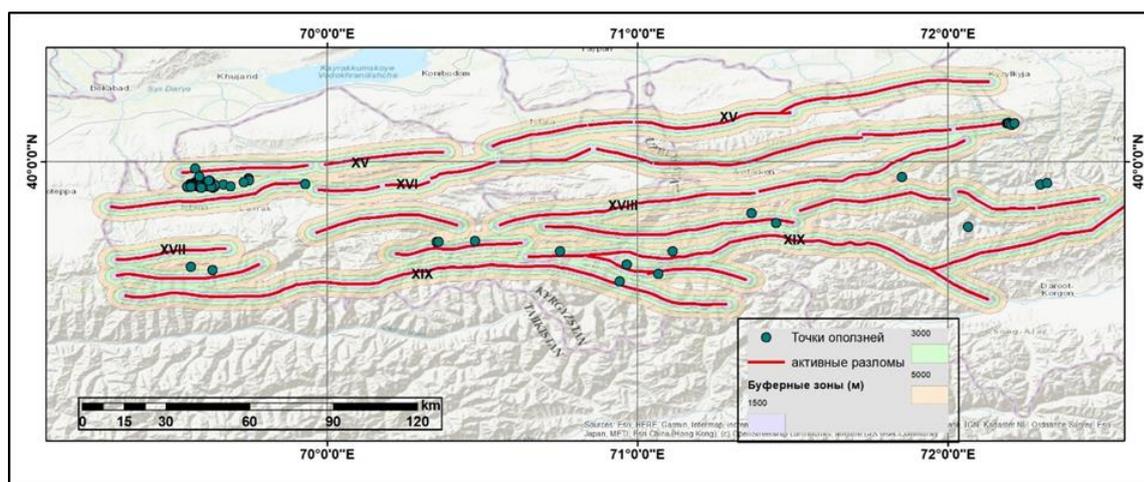


Рисунок 6. Карта удалённости оползней от активных разломов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Палеосейсмология / Коллектив авторов; под ред. Джеймса П. Мак-Калпина: в 2-х томах. Том 2 (гл. 6-9). Пер. с англ. И.А.Басов, И.Ю. Лободенко, А.Л. Стром. М.: Научный мир, 2011. -400 с.
2. Солоненко В.П. Сейсмогенные деформации и палеосейсмологический метод // Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. – Новосибирск: Наука, 1977. –С. 5-47.
3. Никонов А.А., Ваков А.В., Веселов И.А. Сейсмотектоника и землетрясения зоны сближения Памира и Тянь-Шаня. М.: Наука, 1983.
4. Strom A., Abdrakhmatov K. Rockslides and Rock Avalanches of Central Asia: Distribution, Morphology, and Internal Structure DOI:<https://doi.org/10.1016/B978-012-803204-6.00001-6>, 2018, Elsevier.
5. Стром А. Л. Каменные лавины Центральной Азии: особенности строения, закономерности формирования и катастрофические последствия. Дисс. на соискание ученой степени доктора геол.-мин. наук. Москва: Общ. С ограниченной ответственностью «Центр геодинамических исследований», 2022 г.
6. Дельво Д., Абдрахматов К.Е., Лемзин И.Н., Стром А.Л. Оползни и разрывы Кеминского землетрясения 1911 г. с Ms 8.2 в Киргизии. // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 10. С. 1667-1677.
7. Havenith, A., Torgoev, A. Braun, R. Schlogel, M. Micu. A new classification of earthquake-induced landslide event sizes based on seismotectonic, topographic, climatic and geologic factors // *Geoenvironmental Disasters*. 2016. 3:6. DOI 10.1186/s40677-016-0041-1.
8. Торгоев И., Хавенит Х., Вайсс М., Россет Ф., Толис С. Оценка сейсмической опасности в Баткенской области и сопутствующих рисков в Кадамжае и Айдаркене // Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Бишкек: МЧС КР, 2019, с. 688-709.
9. Богачкин Б.М., Корженков А.М., Мамыров Э. Нечаев Ю.В., Омуралиев М., Петросян А.Е., Плетнев К.Г., Рогожин Е.А., Чаримов Т.А. Структура очага Суусамырского землетрясения на основании анализа его геологических и сейсмологических проявлений // *Физика Земли*. 1997. № 11. С. 3-18.
10. Корженков А.М. Сейсмогеология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих регионов) // Бишкек. Илим. 2006. 289 с.

11. Мавлянова Н.Г., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Рахматуллаев Х.Х. Особенности сейсмогравитационных процессов в зонах активного проявления землетрясений Центральной Азии (на примере территории Узбекистана) //Геозология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2021, №2, с.27-40.
12. Джумабаева А.Б. Сейсмогенные разрывы Кочкорской впадины // Изв. НАН КР № 3, 2012, с 41-44.
13. Кальметьева З.А., Костюк А.Д., Мелешко А.В., Сычёва Н.А. О взаимосвязи оползней и землетрясений // Изв. НАН КР № 4, 2010, с 22-29.
14. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики (изд. 18-е с изменениями и дополнениями), ISBN 978-9967-23-948-4, Б.: МЧС КР, 2021. – С. 117-169.
15. Мирзобаев Х.М., Джураев Р.У., Шварц А.В. Остаточные деформации грунтов при Исфара-Баткенском землетрясении 31 января 1977 г. //Исфара-Баткенское и Таваксайское землетрясение 1977 года. Коллектив. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР.1981, с.33-39.
16. Гребенникова В.В. Вторичные воздействия при сильных землетрясениях на территории Баткенской области (Кыргызстан) // Вестник Института сейсмологии НАН КР. - 2021. -№2 (18). – С.49-61.
17. Пушкаренко В. П., Никитин А. М. Опыт регионального исследования состояния плотин горных озер Средней Азии и характер формирования прорывных селей // Оползни и сели. Т. 2. М. 1984. С. 17–32.
18. Patyniak, M., Landgraf, A., Dzhumabaeva, A., Baikulov, S., Williams, A. M., Weiss, J. R., et al. (2021). The Pamir Frontal Thrust fault: Holocene full-segment ruptures and implications for complex segment interactions in a continental collision zone. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2021JB022405. <https://doi.org/10.1029/2021JB022405>.
19. Джумабаева А. Б., Байкулов С., Абдрахматов К.Е., М. Патыняк, А. Ландграф, Р. Эроусмит, М. Стрекер Новые данные по палеосейсмологии на территории Алайской впадины (Юго-Западный Тянь-Шань). Вестник Института сейсмологии НАН КР №1(19), 2022.
20. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Алай-Гиссарская. J-42-V. 1967 г.
21. Синицин Н.М. Тектоника горного обрамления Ферганы. Изд. Ленинградского университета, 1960.
22. Абдрахматов К.Е., Бегалиев У.Т., Омуралиев М., Омуралиева А. Сейсмическая опасность населенных пунктов и стратегических сооружений Кыргызской Республики. – Б.: ОСОО «Триада Принт», 2019., -98 с.
23. Резвой Д.П., Резвой П.Д. Озеро, которого не стало... // Природа. 1969. № 7. С. 81-83.

*Рецензент: канд. г.-мин. наук М. Омуралиев*