

**ОБЗОР ОБВАЛЬНО-ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА СКЛОНАХ,
ПРИЛЕГАЮЩИХ К РАЙОНУ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МАЛОЙ
ГЭС «СЕБЗОР» В ДОЛИНЕ р. ШАХДАРА
(Юго-западный Памир, Таджикистан)**

Шафиев Г.В.

Филиал Агентства Ага Хана по Хабитат в Республике Таджикистан

***Аннотация:** В статье кратко рассматривается опыт работы Филиала Агентства Ага Хана по среде обитания (Aga Khan Agency for Habitat - АКАН) в Таджикистане в области оценки опасности развития гравитационных явлений на территории, прилегающей к участку строительства малой ГЭС «Себзор», а также обусловленных ими рисков. Такие процессы как оползни, обвалы, камнепады, осыпи широко распространены в пределах исследуемого района. Необходимость их изучения и оценки связано с тем, что перед технико-экономическим обоснованием проекта строительства ГЭС «Себзор» заказчиком ОАО «Памирская энергетическая компания» были проведены рекогносцировочные маршрутные обследования прилегающей территории. В результате были выявлены семь предполагаемых оползнеопасных участков, расположенных в районе кишлаков Занинц, Барджингал, Миденшарв, Чагев и Себзор, которые могут значительно осложнить возведение гидротехнических и защитных сооружений в районе строительства. Основной задачей проведенных исследований было инженерно-геологическое обследование склонов правого и левого бортов долины р. Шахдара на предмет выявления опасных гравитационных процессов, развитых на территории, прилегающей к участку строительства малой ГЭС «Себзор».*

***Ключевые слова:** экспозиция склона; крутизна; оползневой склон; экзогенные трещины; трещина бортового отпора; морена; обвалоопасный склон; объем оползня.*

Введение. В 2020 г. Филиалом Агентства Ага Хана по среде обитания (Aga Khan Agency for Habitat - АКАН) в Таджикистане была проведена оценка опасных геологических процессов и явлений для территории, прилегающей к участку сооружения малой ГЭС «Себзор», с применением современных геоинформационных технологий. Основной целью этих исследований являлось определение уров-

ня опасности склонов необходимое для дальнейшей разработки мероприятий, направленных на обеспечение безопасности строительства данной ГЭС (рис. 1). Исходный материал был собран геологами оперативно-исследовательского и технического департамента филиала АКАН в Таджикистане при проведении полевых работ.



Рис. 1. Расположение оползнеопасных склонов на территории, прилегающей к возводимой малой ГЭС «Себзор». Синей линией показан проектируемый деривационный канал. Подложка: мозаика снимков с сервиса Google Earth

Основными методами решения поставленных задач являлись:

- дешифрование спутниковых и аэрофотоснимков оползнеопасных склонов изучаемой территории;
- изучение всех опасных геологических процессов и явлений, развитых на исследуемой территории, при маршрутных наблюдениях.

Одна из сложностей, с которыми пришлось столкнуться при оценке устойчивости склонов, обусловлено тем, что территория, прилегающая к малой ГЭС «Себзор», находится в сейсмоопасной зоне и подвергается воздействиям как сравнительно редких сильных ковровых землетрясений, так и намного более частых глубоких землетрясений с очагами в пределах Памиро-Гиндукушской сейсмофокальной зоны [10, 11].

Рассматриваемый район расположен в высокогорной части Юго-Западного Памира с альпинотипным рельефом, характеризующимся высокими острокопечными вершинами и узкими ущельями долин. Долина р. Шахдара проходит между Шугнанским, Южно-Аличурским, Ишкашимским и Шахдаринским хребтами. Эта река - основная водная артерия

исследуемого района. Она берет начало от слияния рек Соктош и Джавшангоз и является левым притоком р. Гунт. Длина р. Шахдара - 142 км. Площадь водосбора - 4180 км². Средний уклон реки составляет 19‰. Среднегодовой расход воды достигает 34,87 м³/с. Климат района резко континентальный.

В геологическом строении изучаемой территории принимают участие интрузивные образования памиро-шугнанского комплекса мелового возраста, сложенные биотитовыми и двуслюдяными гранитами. [2, 4].

Современные геологические процессы и явления

По комплексу признаков в пределах изучаемой территории были выделены устойчивые и потенциально неустойчивые склоны. К последним относятся склоны, на которых происходит или может происходить деформация горных пород, способная нарушить их устойчивость.

Далее описаны выделенные в ходе исследования оползнеопасные участки (рис. 1).

Оползнеопасный склон LS-4 (район кишлака Занинц)

Оползнеопасный склон (LS-4) рас-

положен по правому борту р. Шахдара, юго-восточнее места впадения в нее руч. Занинцдара (см. рис. 1, 3). Его северной границей является приводораздельная часть отрога Шахдаринского хребта с отметками 3800-4000 м н.у.м., с востока и юго-востока участок ограничивается руслом руч. Занинцдара и скалистым обваль-но-осыпным склоном (3100-3225 м н.у.м.), а с юга – руслом р. Шахдара (отметка уреза - 2525 м н.у.м.). В пределе изученной территории склона (LS-4) выделены 2 оползня под названием Занинц и Дивлох и 2 обвало-осыпных склонов.

Оползень Занинц (LS-4) крупный по площади, прослеживается в северной приводораздельной части изученной территории. Склон по геологическому строению является однородным, сложен гранитами мелового возраста. Ниша отрыва голоценового оползня прослеживается на отметках 4000-4100 м н.у.м. Он имеет сейсмогенный характер, о чем свидетельствуют наличие сейсмодислокаций виды сейсморов и трещин в северо-западной части местного водораздела [6, 11]. Оползневое тело циркообразной формы и характеризуется северо-западной экспозицией. Базис оползня расположен на поверхности высотой 3450 м н.у.м., сложенный голо-

ценовой мореной. Длина оползня 1200 м при средней ширине до 1000 м. Видимая мощность от 15 до 20 м. Предположительный объем оползня 24 млн м³. Оползневые отложения состоят из угловатых скальных глыб с дресвяно-щебнистым заполнителем. В северо-восточном крыле тела оползня наблюдаются трещины экзогенного генезиса, по которым происходит откол и смещение мелких по объему блоков. Амплитуда этих смещений, судя по стенке срыва, колеблется от 3 до 7 м в зависимости от объема сползших в юго-восточном направлении вниз по склону горных масс. Главными факторами активизации оползневых смещений в восточном крыле являются значительная крутизна склона, нарушение его устойчивости в результате таяния мертвого льда в голоценовой морене, а также активное развитие процессов физического выветривания [3, 11]. Откол новых блоков происходит по образованным экзогенным трещинам. Их форма извилистая при длине от 20 до 35 м. Трещины открытые, местами с выраженными провалами. Ширина раскрытия трещин колеблется от 5 до 25 см при глубине 45 см. Их края местами смяты и разрушены (рис. 4-6).

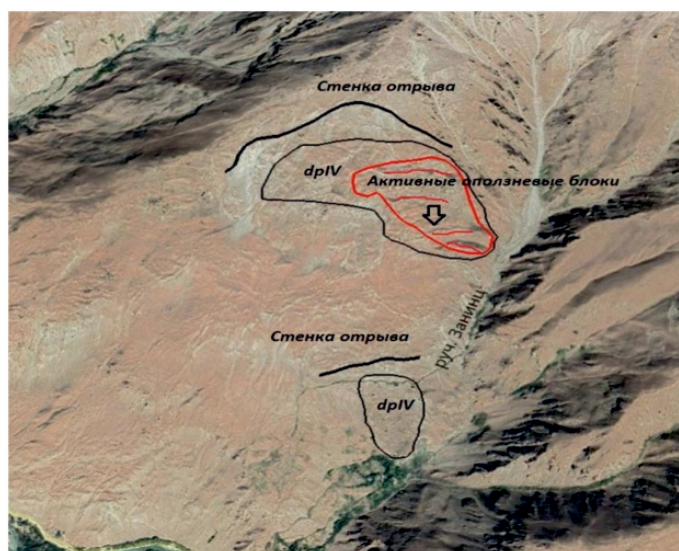


Рис. 3. Активные полусмещенные оползневые блоки восточного крыла оползня Занинц.
Подложка: снимок с сервиса Google Earth

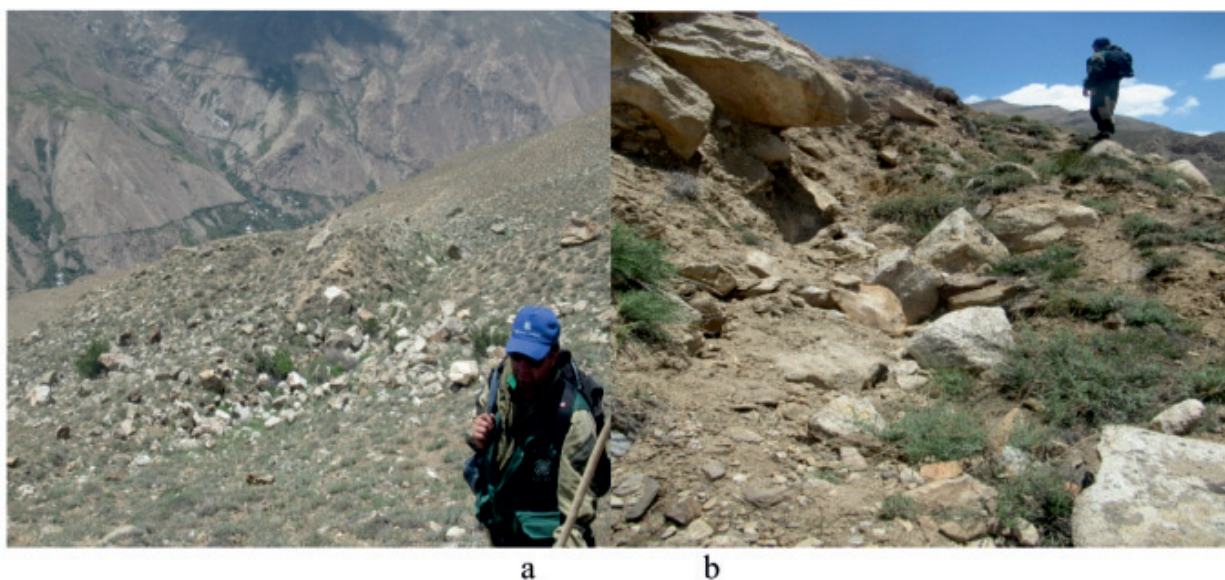


Рис. 4. Сместившиеся блоки (а) и стенка отрыва оползневой блока (b) восточного крыла оползня в районе кишлака Занинда. Фото О.Н. Мавлоназарова

В настоящее время оползневое тело в северо-западной части склона исчерпало свой потенциал смещения и находится в стабильном состоянии. Восточное крыло потенциально неустойчиво, разбито на серии полусмещенных относительно друг друга блоков. В случае подвижки имеется вероятность перекрытия руч. Занинда.

Оползнеопасный участок Дивлох (LS-4)

Оползнеопасный участок Дивлох занимает юго-восточную часть исследуемой территории (рис. 5). Оползень характеризуется сложным строением и нагромождением крупных угловатых глыб, холмисто-грядовым рельефом. Стенка отрыва оползневой тела расположена на отметках 3175-3275 м н.у.м. Высота стенки отрыва 30-40 м. Превышение стенки отрыва над базисом оползневой тела 150-175 м. В рельефе она выражена в виде узкой полосы уступов, сложенных гранитами мелового возраста, отличается высокой

трещиноватостью и характеризуются пятью-шестью системами трещин. Расстояние между трещинами колеблется от 0,1 до 1,0 м. Блочность в подстилающих породах высокая. Главными факторами смещения послужили процессы выветривания. Оползневое тело имеет южную экспозицию при крутизне склона более 32° (рис. 7, 8). Базисом оползневых смещений является днище долины руч. Заниндара, сложенное верхнечетвертично-голоценовыми моренными отложениями. Ее тальвег расположен на отметках 2850-3000 м н.у.м. Головная часть оползня находится на высоте 3100 м н.у.м. Оползневое тело фронтального типа, в плане циркообразной формы, имеет вогнутый профиль [12]. Языковая часть образует обломочно-глыбовые гряды, сформировавшиеся вдоль правого борта долины руч. Заниндара. Длина оползневой тела 550 м, ширина 750 м при средней видимой мощности 20-25 м. Ориентировочный объем составляет 8,25 млн м³.



Рис. 5. Оползень на участке Дивлох. Фото Г.В. Шафиева

Дополнительным техногенным фактором, оказывающим влияние на устойчивость склона, является наличие двух ирригационных каналов, проложенных по телу оползня без гидроизоляции. Как следствие, происходит фильтрация воды из каналов в оползневое тело, о чем свидетельствует выклинивание родников ниже базиса смещения. Верхний канал проложен на отметке 3075 м н.у.м., нижний - 2850 м н.у.м.

Каналы используются для орошения земель и приусадебных участков. Расход воды в них на момент замера составлял 15-20 л/с. Исходя из этого можно заключить, что вероятность обводнения оползневое тело не исключена. В настоящее время оно находится в стабильном состоянии.

Обвальнo-осыпные явления

В пределах изученной территории выделено два потенциально опасных участка, где происходит активизация обвальнo-осыпных процессов.

Участок 1 расположен по левому борту долины ручья Занинцдара (см. рис. 9)) Склон сложен биотитовыми и двуслюдис-

тыми гранитами мелового возраста [2, 4]. Он имеет западную экспозицию. Его нижняя часть сложена современными обвальнo-осыпными отложениями и характеризуется крутизной более 30°, средняя и верхняя части более 75°, образуя практически вертикальный скалистый массив.

Приводораздельная часть массива поражена многочисленными трещинами тектонического и экзогенного генезиса. Откол, скатывание глыб и обломочного материала происходят в западном направлении. Путь транзита при осыпании и обваливании со склона составляет более 600 м. Зоной аккумуляции глыбового материала является левый борт основания склона и днище долины руч. Занинцдара, которое вытянуто узкой полосой длиной более 300 м вдоль левого борта. Объем отдельных глыб в зоне аккумуляции составляет более 10 м³ (рис. 6.) Активизация обвальнo-осыпных процессов происходит ежегодно. Данный участок из-за высокой степени трещиноватости относится к категории потенциально неустойчивых склонов.



Рис. 6. Обзор расположения обвало-осыпных склонов в районе кишлака Занинц. Подложка: снимок с сервиса Google Earth

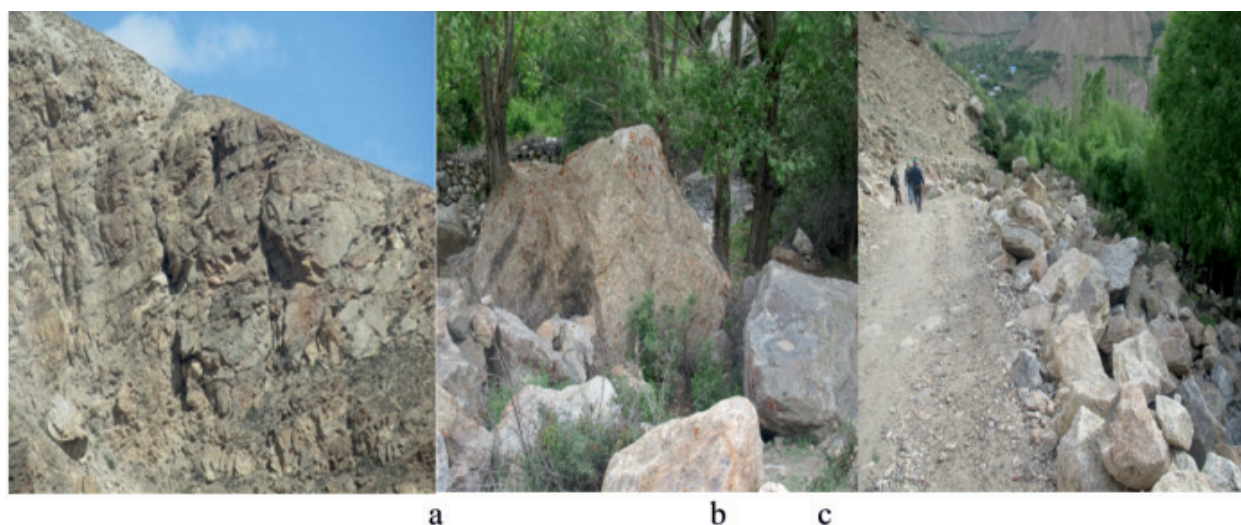


Рис. 7. Участок 1. Обвално-осыпной склон левого борта долины руч. Заниндара. Зона аккумуляции обломочного материала (b,c). Область зарождения обвалов и осыпания (a). Фото Г.В. Шафиева

Участок 2 занимает южное окончание описанного выше склона, который имеет южную экспозицию. Крутизна в нижней части составляет 25-30°, ближе к выходам массива дочетвертичных пород 40°. В строении этого массива принимают участие граниты мелового возраста. Откол и скатывание крупных глыб происходит преимущественно по трещинам бортового отпора. Трещины-заколы (растяжения, сдвиги) наблюдаются вдоль бровки

цокольной террасы. На данном участке активизация обвално-осыпных процессов происходит ежегодно. Главными факторами этого являются затяжные дожди и таяние снежного покрова в весенний период. Дальность разноса обломочного материала составляет более 500 м, вплоть до автодороги «Рошткала-Хорог». Данный участок является потенциально опасным (рис. 8).

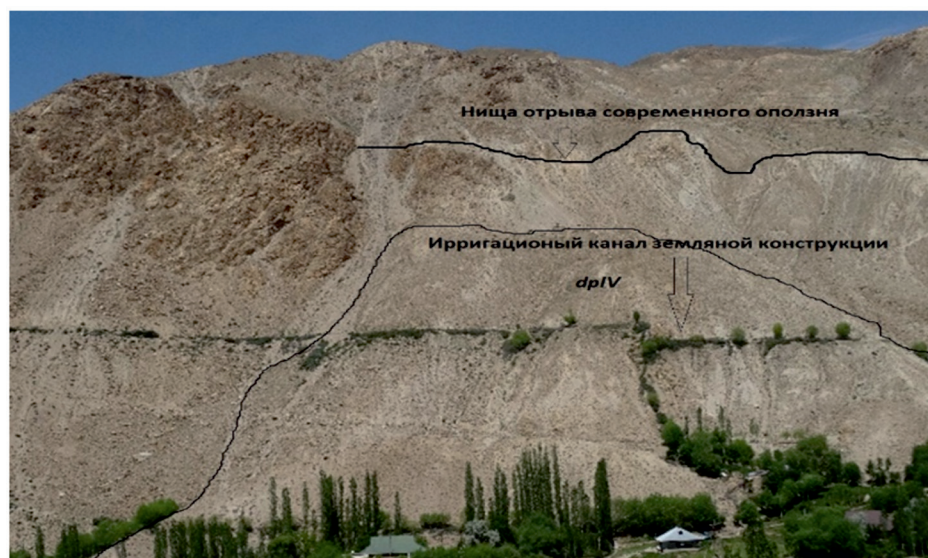


Рис. 8. Участок 2. Осыпной склон на правом борту р. Шахдара. Фото Г.В. Шафиева

Оползнеопасный склон LS-2, LS-5 (район кишлака Барджингал)

Оползнеопасный склон LS-2, LS-5 расположен по правому борту р. Шахдара (см. рис. 1; 9.) над жилой зоной кишлака

Барджингал (рис. 12). Его северной границей является приводораздельная часть с отметками 2600-3900 м н.у.м., с юга - русло р. Шахдара с отметкой уреза 2525 м н.у.м.



Склон, где развиты оползневые процессы, юго-западной экспозиции, ступенчато-вогнутого профиля, при крутизне 27-30° в нижней и средней частях (оползневой участок LS-5) и более 30° в верхней и приводораздельной (LS-2). В районе отметки 2700 м н.у.м. по склону наблюдаются выходы дочетвертичных пород в виде скальных уступов, слагаемых гранитами памиро-шугнанского комплекса. С

поверхности они покрыты моренными и обвальными-осыпными отложениями.

Инженерно-геологические условия склона сложные. Здесь развиваются оползневые и обвальными-осыпные процессы. За пределами левого восточного крыла ниши отрыва оползнеопасного склона наблюдаются трещины-заколы экзогенного генезиса. Трещины в плане прямые, местами извилистые, при длине от 1 до 350-

400 м, открытые, (ширина раскрытия до 5 см, глубина от 5 до 27 см), простираются вдоль ниши отрыва оползневого тела.

Оползневое тело (LS-5) развито в нижней части склона (см. рис. 12). Стенка отрыва сползшего блока циркообразной формы, характеризуется северо-западной экспозицией, имеет крутизну более 50-55°. Она сформирована в верхнечетвертичных моренных отложениях. Южнее стенки отрыва фрагментарно прослеживаются выходы дочетвертичных пород в виде вертикальных уступов. Бровка отрыва частично сместившегося, потенциально неустойчивого оползня расположена на высоте 2800-2850 м н.у.м. Высота стенки срыва над современным руслом р. Шахдара составляет 300-350 м. Выше по склону над ней прослеживаются трещины экзогенного генезиса.

Оползневое тело грушевидной формы образовалось в результате сдвига и смещения горных масс с отметки 2800-2850 м н.у.м. вниз по склону. По механизму относится к оползням скольжения, о чем свидетельствуют смещенные блоки дочетвертичных пород и сохранившаяся общая целостность структуры массива, достигающая 60%. Расстояние от стенки отрыва до головы оползневого блока составляет 180-200 м при крутизне склона более 50-60°. В результате смещения оползневого блока образовалась западина, которая вследствие осыпания и разрушения стенки отрыва частично покрыта осыпями.

Главными факторами смещения оползневых масс являются высокая крутизна склона, активно развивающиеся процессы физического выветривания, наличие экзогенных и тектонических трещин.

Морфометрические показатели оползневого тела следующие: длина – 500 м, ширина – 400 м, ориентировочная мощность – до 20 м. Объем сместившихся оползневых масс составляет около 4 млн м³. Поверхность оползневого блока имеет вогнутый профиль – его языковая часть

относительно пологая, крутизной до 20°, в средней и верхней частях становится более крутой, достигая 30-35°. На поверхности оползня наблюдаются мелкие неглубокие эрозионные врезы. Оползневое тело состоит из угловатых, слабо окатанных глыб, обломков дочетвертичных пород, дресвы, щебня с супесчано-суглинистым заполнителем. Базисом смещения оползня является низкая надпойменная терраса и русло р. Шахдара. В районе русла мощность языка оползня составляет 5-7 м. Языковая часть преимущественно размывта рекой, местами сохранились останцы в виде мелких бугров.

Главная проблема заключается в том, что по телу частично сместившегося, потенциально неустойчивого, находящегося в стадии временной стабилизации оползня проложены два ирригационных канала (в нижней и средней частях). Они не гидроизолированы. Вероятность обводнения оползневого тела в средней и нижней частях высокая. В случае перенасыщения оползневых отложений фильтрационными водами из канала, активизация оползневого блока неизбежна.

Вторым фактором является незавершенность смещения оползневого тела, т.к. целостность массива сохранена на 60% и объем потенциально опасного тела при активизации составит ориентировочно 2,4 млн м³. В случае смещения под угрозой будет жилая зона кишлака Барджингал. Данный участок, где сформирован оползень, относится к потенциально опасным. В настоящее время оползневое тело может рассматриваться как временно стабилизировавшееся.

Обвалоопасный склон Барджингал

Рассматриваемый обвалоопасный склон расположен по правому борту долины р. Шахдара, северо-восточнее кишлака Барджингал. В геологическом строении склона участвуют двуслюдяные граниты.

Выделенный неустойчивый потенциально опасный склон имеет юго-западную экспозицию и подковообразную в плане форму. Его северо-западная часть под воздействием склоновых процессов была смыта. В настоящее время здесь развиты обрушение и осыпание материала. Выходы дочетвертичных пород наблюдаются преимущественно вдоль основания склона, также отдельные выходы имеются в средней и верхней частях потенциально опасного участка. Поверхность склона преимущественно покрыта верхнечетвертичными моренными и обвално-осыпными отложениями. Отметка подошвы склона составляет 2525 м н.у.м., а его верхние границы – 3100 м н.у.м. Превышение верхней точки склона над руслом реки достигает 475 м. Крутизна склона от 30 до 40° в нижней части, 15-25° – в средней и до

55° – в верхней. Выходы дочетвертичных пород разбиты трещинами. Отмечаются до пяти систем трещин тектонического и экзогенного генезиса. Они открытые, шириной от 0,5 см до 3,0 м. По ним происходит откол неустойчивых блоков и глыб дочетвертичных пород с последующим их падением вниз по склону.

В верхнем окончании выделенного склона, в районе выхода вертикальных уступов, сложенных дочетвертичными породами, отмечаются многочисленные трещины экзогенного характера. В плане они извилистые, длиной от 80 до 120 м. Ширина раскрытия – от 15,0 см до 1,5 м. Трещины прослеживаются в дочетвертичных породах на глубину от 25,0 см до 3,0 м. Падение трещин вертикальное, крутизна до 80-90°. Стенки ровные, местами со следами шероховатости (рис. 15, 16).



а



б

Рис. 10. Зияющие трещины закола и бортового отпора на обвалоопасном склоне Барджингал. Ширина раскрытия от 15 см до 1,5 м. Фото О.Н. Мавлоназарова



Рис. 11. Потенциально опасный блок дочетвертичных пород, подготовленный к обрушению на склоне Барджингал. Фото О.Н. Мавлоназарова

По данным трещинам происходит откол блоков (см. рис. 11). Трещины, «ныряя» под моренные отложения, далее прослеживаются в выходах дочетвертичных пород (в нижней части склона). Вдоль простираения трещин в моренных отложениях наблюдаются проседания участков в виде полосы ложбин. Трещины по механизму образования относятся к трещинам бортового отпора. Местами они заполнены обломочным материалом. В нижней части склона в дочетвертичных массивах проложены два ирригационных канала без гидроизоляции, что способствует его обводнению.

Согласно проведенному обследованию, данный участок по степени устойчивости может быть отнесен к потенциально опасному.

Оползнеопасный склон (LS-3) у кишлака Миденшарв

Оползнеопасный склон LS-3 расположен по левому борту руч. Миденшарв

в 900 м к северо-востоку от жилой зоны кишлака Миденшарв (см. рис. 1, 3), имеет западную и северо-западную экспозиции, сложен моренными и оползневymi отложениями. Выходы дочетвертичных пород наблюдаются фрагментами в районе ниши отрыва голоценового оползня и в приводораздельной части склона. Последний имеет вогнуто-ступенчатую форму. В нижней части склон характеризуется крутизной более 30°, выпалаживаясь в районе ранее сместившегося оползневого тела до 18-22°, верхняя часть склона более крутая, с углами наклона более 40°.

Ниша отрыва голоценового оползня имеет подковообразную форму при длине до 500 м и северо-западную экспозицию. По механизму смещения он относится к оползням сложного типа с фрагментами скольжения (рис. 12).



Рис. 12. Оползнеопасный склон LS-3, левый борт руч. Миденшарв. Фото О.Н. Мавлоназарова.

Верхняя точка ниши отрыва расположена на отметке 3775 м н.у.м. Стенки срыва хорошо сохранились. Они сложены гранитами мелового возраста памиро-шугнанского комплекса. Базисом смещения является русло руч. Миденшарв.

Высота ниши отрыва составляет 550 м. Перепад высот от бровки стенки отрыва до головной части оползневого тела около 200 м. Форма оползня в плане каплевидная. Дальность перемещения масс (от стенки отрыва до базиса смещения) со-

ставляет 1200 м. По механизму смещения он относится к оползням сложного типа. Морфометрические показатели оползневого тела следующие: длина – 1050 м, средняя ширина – 300 м, средняя мощность – 20 м. Согласно расчету, объем сползших масс составляет 6,3 млн м³. Согласно выполненной оценке оползневое тело полностью исчерпало свой потенциал и находится в стабильном состоянии, не представляя угрозы перекрытия долины руч. Миденшарв.

Обвальнo-осыпной участок Миденшарв

Обвальнo-осыпной участок 1 расположен по правому борту руч. Миденшарв в 200 м севернее жилой зоны кишлака (см. рис. 3). Эрозионно-денудационный склон, где развиваются обвальные и осыпные процессы, имеет северо-восточную экспозицию. Длина стенки отрыва, ориентированной на юг, 300 м. В плане она из-

вилистая, простирается с северо-востока на юго-запад, расположена на отметках 2800-2850 м н.у.м. Базисом смещения обвальных и осыпных отложений является русло руч. Миденшарв. Высота стенки отрыва составляет 50-70 м. Обвальнo-осыпной конус фронтального типа, вытянут с северо-востока на юго-запад, характеризуется каплевидной в плане формой. Морфометрические показатели обвальнo-осыпного конуса следующие: длина – 150 м, ширина – 450 м, мощность – 8-10 м. Объем смещенных обвальнo-осыпных масс составляет 0,68 млн м³. Поверхность смещенных масс осложнена отдельными буграми, разбита на блоки и глыбы с суглинисто-супесчаным заполнителем (рис. 18). В настоящее время угрозы смещения обвальнo-осыпных масс со склона в сторону жилой зоны кишлака Миндешарв не существует.



Рис. 18. Обвальнo-осыпной участок правого борта руч. Миденшарв. Фото О.Н. Мавлоназарова

Обвальнo-осыпной участок LS-6

Рассматриваемый участок расположен по правому борту руч. Миденшарв в 300 м северо-восточнее слияния р. Шахдара с

руч. (см. рис. 1). Обвальнo-осыпной склон имеет ступенчато-вогнутый профиль, характеризующийся юг-юго-восточной экспозицией. Крутизна склона составля-

ет более 40° , местами имеются выходы вертикальных уступов, сложенных дочетвертичными породами, высотой до 100 м. В геологическом строении склона принимают участие интрузивные образования (граниты), которые местами перекрыты верхнеплейстоцен-голоценовыми моренами. В стенке отрыва обвально-осыпных масс выходят дочетвертичные породы. Она имеет юг-юго-восточную экспозицию. Форма стенки отрыва в плане извилистая, при длине до 900 м. Ее угол наклона достигает $70-90^\circ$. Дочетвертичные породы характеризуются повышенной трещиноватостью. На участках их выходов активно развиваются процессы выветривания. Трещины тектонические

и экзогенного генезиса, открытые, шириной от 1,0 до 15,0-20,0 см. По ним в торцевой части уступа, сложенного дочетвертичными породами, происходит откол от массива глыб с последующим их обрушением.

Зоной аккумуляции обвально-осыпных отложений является днище русла руч. Миденшарв. Данный участок имеет узкую вытянутую форму при длине 1400 м и ширине 60 м. Объем скопившегося материала ориентировочно составляет 0,25 млн. м³ (рис. 19, 20). Участок является потенциально опасным. Активизация обвально-осыпных процессов происходит здесь ежегодно.



Рис. 19. Обвально-осыпной склон (LS -6) на участке 2 у кишлака Миденшарв. Фото О.Н. Мавлоназарова

Северо-западнее стенки отрыва прослеживается крупная тектоническая трещина, которая простирается в север-северо-западном направлении. Трещина в дочетвертичных породах открытая, при ширине более 2 м и глубине более 0,5-0,7 м. Ее бровки в целом хорошо сохрани-

лись, но местами разрушены. Стенки трещины ровные и сглажены, но в некоторых местах наблюдается их шероховатость. В верхнечетвертичных моренных отложениях данная трещина прослеживается в виде сглаженной рытвины, имеющей ширину 1,5-2,0 м с глубиной от 0,5 до 1,0 м.

Оползнеопасный участок (LS-1) в районе кишлака Себзор

Данный участок расположен на левом борту р. Шахдара в 300 м к юг-юго-западу от кишлака Себзор. Обрамляющий склон имеет северо-восточную экспозицию, характеризуется ступенчатым профилем, образует два уровня уступов моренного происхождения верхнеплейстоцен-голоценового возраста. Нижняя часть склона крутизной более 55° сложена мощным чехлом цементированных осыпных отложений, которые поражены мелкими лучевидными эрозионными врезами. В районе высотной отметки 2625 м н.у.м. рельеф склона резко выполаживается и образует слегка наклонный «мягкий» уступ, сложенный моренными отложениями. Рельеф местности сглаженный, с отдельными невысокими буграми.



Рис. 21. Общий вид оползнеопасного участка в районе кишлака Себзор. Подложка: снимок с сервиса Google Earth

Оползневое тело верхнеплейстоцен-голоценового возраста характеризуется сложной формой и имеет северо-восточную экспозицию. По флангам оно ограничено глубокими эрозионными промоинами, по которым проложены ирригационные каналы. Дальность смещения оползневого тела от ниши отрыва составляет 700 м. Его поверхность сглажена, с отдельными выходами полых наклонных

Древнеоползневое тело север-северо-восточной экспозиции сформировалось при деградации ледника с последующим сползанием отложений верхнечетвертичных морен (flow-till). Ниша отрыва подковообразной формы с северо-восточной экспозицией расположена на отметке 2800-2875 м н.у.м. и имеет протяженность до 800 м. Она плохо сохранилась в рельефе и в настоящее время задернована. Перепад высот от бровки стенки отрыва до головной части оползня достигает 300 м. Крутизна стенки составляет $25-30^\circ$. Выше ниши отрыва в приводораздельной части склона образовался чашеобразный участок длиной 50 м, шириной до 35 м и глубиной до 2 м. Он ежегодно заполняется водой из вышерасположенных ирригационных каналов в весенне-летнее время (рис. 21, 22).



Рис. 22. Чашеобразное понижение в приводораздельной части склона над верхнечетвертичным оползнем, заполненное водой. Фото У.Р. Пирмамадова

бугров. В головной части оползневого тела наблюдаются две оползневые трещины северного простирания. Морфометрические показатели оползня следующие: длина – 400 м, ширина – 700 м, предполагаемая мощность – до 40 м, предполагаемый объем смещенных оползневых масс – 11,2 млн м³. В настоящее время в его северо-западной части наблюдается образование свежих оползневых трещин эк-

зогенного характера. По типу, относятся к трещинам отрыва, образующимся при заколе нового оползневого блока. Круто-

падающие трещины простираются параллельно голове оползня (рис. 23).



Рис. 23. Экзогенные оползневые трещины, простирающиеся вдоль головы оползня на участке в районе кишлака Себзор. Погруженная часть треккинговой палки соответствует 120 см. Фото О.Н. Мавлоназарова

Трещины в плане имеют извилистые очертания, местами смятые. Их края неровные. Ширина раскрытия разная и колеблется от 10,0-15,0 см в новообразованных и до 150,0 см в ранее сформировавшихся. Главным фактором активизации древнего оползневого тела могут послужить техногенные нагрузки - сброс воды из ирригационных каналов в оползневую западину, орошение поверхности оползневого тела в целях выращивания травы для сенокоса.

Осыпной склон на участке в районе кишлака Чагев (LS-7)

Осыпной склон расположен по правому борту р. Шахдара в 200 м северо-восточнее кишлака Чагев (см. рис. 1, 3), характеризующейся юго-западной экспозицией и имеет ступенчатый профиль, состоящий из трех уровней предполагаемых аккумулятивно-денудационных террас..

В пределах обследованного участка LS-7 развиты осыпи. В геологическом строении склона на участке, где происходит осыпание, принимают участие мо-

ренные отложения верхнечетвертичного возраста. Склон характеризуется юго-западной экспозицией при высоте уступа 150-190 м над руслом р. Шахдара. Его крутизна составляет более 40°, длина – до 200 м. Нижняя часть склона, где расположена зона аккумуляции, состоит преимущественно из крупнообломочного материала, представленного глыбами размером до 0,5-1,0 м. Верхняя и средняя части представляют собой осыпной шлейф, на поверхности которого отмечаются неглубокие линейные эрозионные врезы. Активизация осыпных процессов происходит за счет разрушения бровки, сложенной верхнечетвертичными моренными отложениями. Осыпание характерно для периода обильных и затяжных дождей. Мощность коллювиальных отложений, судя по характеру их залегания, составляет 6-8 м. В настоящее время осыпные процессы стабилизированы и угрозы не представляют. В случае подрезки склона вероятность их активизации увеличивается (рис. 24).



Рис. 24. Осыпной склон участка LS-7 в районе кишлака Чагев. Фото У.Р. Пирмамадова

Заключение

Особенностями оползнеопасных участков являются высокие и крутые склоны, слагаемые сильнотрещиноватыми дочетвертичными породами, характеризующимися значительно развитой зоной выветривания. Для этих участков типичны приуроченность к сложным тектоническим структурам, наличие омоложенных разломов, палеосейсмодислокаций, развитие старых и новых трещин экзогенного генезиса [6, 13]. По характеру возможных перекрытий, в зависимости от морфометрических параметров долины р. Шахдара и боковых притоков, объемы возможного смещения могут вызвать как полное, так и частичное перекрытие рек.

Исходя из ранее изложенного, в пределах изученной территории ГЭС «Себзор» выделены три потенциально опасных участка (оползневый склон LS-5, обвалоопасный склон LS-5 и обвально-осыпной склон LS-6, которые могут значительно осложнить возведение гидротехнических и защитных сооружений в районе строительства.

С целью защиты территории строительства ГЭС рекомендуется проведение следующих превентивных мероприятий:

- гидроизоляция каналов на оползневом теле Дивлох;
- гидроизоляция каналов на оползневом склоне Барджингал (LS-5);
- запрет подрезки склона на оползневом склоне Барджингал (LS-5);
- режимные наблюдения за трещинами на обвалоопасном склоне Барджингал (LS-5);
- очистка склона от неустойчивых глыб на обвально-осыпном склоне Миденшарв (LS-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алесин Г.И., Габо А.В., 1967. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Памирская. J-42-XXIV. Изд-во Картографической фабрики Всесоюзного научно-исследовательского геологического института, Ленинград.
2. Булин В.П., Маслеников В.А. Объяснительная записка к геологической карте СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Памирская. J-42-XXX. Изд-во «НЕДРА» Москва. – 1969.
3. Воронкевич С.Д., Золотарев Г.С., Кривошеева З.А., Сергеев Е.М., Трофимов В.Т. (ред.), 1982. Сб. статей, подготовленных к 45-летию кафедры грунтоведения и инженерной геологии МГУ,

Вопросы инженерной геологии и грунтоведения, Вып. 5. Изд-во МГУ, Москва. – С. 222-235.

4. Золотарев Г.С., Григорян С.С., Мягков С.М. (ред.), Формирование оползней, селей и лавин. Инженерная защита территорий. Изд-во МГУ, Москва. – 1987.

5. Калинин Э. В, Зеркаль О.В., Современные проблемы инженерной геодинамики. Труды Юбилейной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Г, С, Золотарева (1914-2006). Изд-во МГУ, Москва. 2014. – С.34-42.

6. Опыт изучения оползней и обвалов на территории Таджикистана и методы инженерной защиты. Труды республиканского семинара. Эчод, Душанбе. – 2002.

7. Рагозин А.Л. (ред.). Природные опасности России. Том 6. – 2003. Оценка и управление природными рисками. КРУК, Москва.

8. Федоренко В.С. Горные оползни и обвалы, их прогноз. Изд-во МГУ, Москва: 1988. – С.139-150.

9. Чуринов М.В. (ред.), Справочник по инженерной геологии, 2-е изд., перераб. и доп. Недра, Москва. – 1974.

10. Шафиев Г. В. Обзор и краткая характеристика обвально-оползневых явлений на территории г. Хорога (Юго-западный Памир, Таджикистан. ГЕОРИСК, Том XV, № 2/2021. – 2021.

Маълумот оид ба муаллиф: Шафиев Ганчали Валиевич, Филиали Агентии Ого Хон оиди Ҳабитат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, Тоҷикистон, ganjali.shafiev@akdn.org Суроға: кӯч. Мирзо Турсунзада, 23, ш. Душанбе, 734450, Тоҷикистон.

Сведения об авторе: Шафиев Ганджали Валиевич, Филиал Агентства Ага Хана по Хабитат в Республике Таджикистан, г. Душанбе, Таджикистан, ganjali.shafiev@akdn.org Адрес: ул. Мирзо Турсунзаде, д. 23, г. Душанбе, 734450, Таджикистан.

Information about author: Shafiev G.V. Aga Khan Agency for Habitat in the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, ganjali.shafiev@akdn.org. Address. Mirzo Tursunzade, 23, Dushanbe, 734450, Tajikistan.