

УДК 532.546

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ

Токтосунов Т. Т., Орозобекова А.К., Дыйканова А.Т.
КГУСТА им. Н. Исанова

В данной статье описаны основные закономерности возникновения и развития оползневых процессов: природу и механизм оползневых явлений, скорость их развития и причины активизаций, зависимости распространения оползневых процессов по территории от различных факторов, особенно от геологических условий, а также геоморфологических принципов.

Ключевые слова: оползни, факторы, тело оползня, грунтовые воды, фильтрационные процессы, движение, классификация.

ЖЕР КӨЧКҮ ПРОЦЕССТЕРИНИН ПАЙДА БОЛУШУ ЖАНА ӨНҮГҮҮНҮН НЕГИЗГИ МЫЙЗАМДУУЛУКТАРЫ

Токтосунов Т.Т., Орозобекова А.К., Дыйканова А.Т.
Н.Исанов атын. КМКТАУ

Бул макалада жер көчкү процесстеринин пайда болушунун жана өнүгүүсүнүн негизги мыйзам ченемдүүлүктөрү сүрөттөлөт: жер көчкү кубулуштарынын мүнөзү жана механизми, алардын өнүгүү ылдамдыгы жана активдешүү себептери, жер көчкү процесстеринин аймак боюнча таралышынын ар кандай факторлорго, өзгөчө геологиялык шарттар, ошондой эле геоморфологиялык принциптер.

Баштапкы сөздөр: жер көчкү, факторлор, жер көчкү денеси, жер астындагы суулар, фильтрация процесстери, кыймыл, классификация.

BASIC REGULARITIES OF THE OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF LANDSLIDES

Toktosunov T. T., Orozbekova A. K., Dyikanova A. T.
KSUCTA named of N. Isanov

This article describes the main regularities of the occurrence and development of landslide processes: the nature and mechanism of landslide

phenomena, the rate of their development and causes of activation, the dependence of the spread of landslide processes over the territory on various factors, especially on geological conditions, as well as geomorphological principles.

Key words: landslides, factors, landslide body, groundwater, filtration processes, movement, classification.

Кыргызстан является одной из стран, наиболее подверженных стихийным бедствиям. Активное осваивание гор провоцирует увеличение разрушительных природных процессов, к числу которых относятся оползневые потоки. В результате нарушения природного баланса оползни появляются в тех местах, где раньше их не наблюдалось. Этим обусловлена необходимость исследования закономерностей и причин возникновения, распространения и развития оползневых явлений. Комплексный подход позволит учесть существующую и возможную опасность на стадиях планирования и проектирования, а также научно обосновать меры защиты от оползней.

В Кыргызстане 99% оползней происходят в южном регионе и 2% в северном регионе.

За прошедший 2020 год в южном регионе страны зафиксированы 162 схода оползня и их активизации, общий объем составил 83 млн кубометров. Из 162 оползней 69 из них создали чрезвычайные ситуации, повлекшие человеческие жертвы в количестве 34 человек, а материальный ущерб составил 670 млн сомов. В Джалал-Абадской области зафиксировано 94 сходов оползней, в Ошской области – 67 и один в Баткенской области.

Основными причинами активизации оползней явились большое количество осадков в период с октября 2019 года по март 2020 года, которые превысили средние многолетние значения до 290% месячной нормы. Также обильное таяние снега вызвало интенсивное замачивание оползневых склонов. Немаловажную роль в развитии и активизации оползневых процессов оказала и сейсмическая активность. В 2020 году

зарегистрированы свыше 16 тыс. 86 сейсмических колебаний, 282 из них от 2 до 5 баллов. За период с 1970 по 2020 годы количество оползней увеличилось в 9 раз, 99% оползней происходят в южном регионе, и 1% в северном регионе. Из имеющихся 4 тысячи 539 оползнеопасных участков 1 тысяча 109 угрожают около 600 населенным пунктам, в том числе в Джалал-Абадской области – 267 населенным пунктам, в Ошской – 184 и в Баткенской – 78. В период с 1990 по 2020 годы в республике зафиксировано 715 оползней приведших к чрезвычайным ситуациям. По республике на оползнеопасных участках проживают 2 тысячи 635 семей, из них 1 тысяча 747 семей получили ссуду и земельные участки, но продолжают проживать на опасных участках, то есть не переселяются, у 888 семей решаются вопросы трансформации земельных участков.

Как отмечено выше, закономерности развития оползневых процессов могут рассматриваться в трех принципах: общефизическом, пространственном и временном.

Общефизические закономерности изучают природу и механизм оползневых явлений, скорость их развития и причины активизаций.

Пространственные закономерности показывают зависимости распространения оползневых процессов по территории от различных факторов, особенно от геологических условий, а также геоморфологических принципов.

А временные закономерности отражают особенности развития оползневых явлений в различные временные периоды, периодичность их активизаций и другие. Кроме того, при изучении условий возникновения и развития оползней всегда формируются и решаются следующие задачи:

1. Определение внешних границ оползня;
2. Определение глубины залегания поверхности смещения;
3. Определение положения уровня грунтовых и подземных вод;
4. Определение направления и интенсивности движения фильтрационного потока;

Основной целью этой задачи является изучение движения воды в оползневых горных склонах и воздействия их на грунтовые массы.

Вообще говоря, грунтовая масса, с физической точки зрения, представляет собой дисперсную среду. Однако, при математическом рассмотрении механических явлений, возникающих внутри грунтовой массы, можно трактовать ее как соединение двух сплошных сред: твердой- со свойствами грунтового скелета и жидкой- со свойствами грунтовой воды. При таком рассмотрении динамика грунтовой массы является особой ветвью механики сплошной среды, а именно, грунтовый скелет в виде слабо уплотненной массы, впитанной атмосферными осадками еще больше смачиваются подземной водой и в результате образуется двухфазная сплошная среда специальной формы, так как обе фазы как и жидкая так и твердая имеют одинаковые скорости, и перемещаются вниз как двухфазный поток грязе-водного массива с большой скоростью.

Как отмечено Н.М. Герсевановым [1], грунтовой массой мы назвали грунт, в порах которого имеется свободная вода, последняя подчиняется всем механическим законам, свойственным жидкостям, а именно: в ней под действием давления и силы тяжести возникают напоры, происходит движение воды из области больших напоров в сторону меньших.

Подземная и грунтовая вода в различных местах грунтовой массы подвержена различным давлениям, причем эти давления могут быть больше атмосферного, тогда вода называется гравитационной водой, а если давление меньше атмосферного, то вода - будет называться капиллярной водой.

Таким образом, внутри грунтовой массы происходят фильтрационные и инфильтрационные процессы, подчиняющихся законам подземной гидродинамики. Предположим, что отсек склона горы под действием атмосферных осадков и подземных вод увлажняется и происходит нарушение равновесия горного склона, и в результате увлажненный горный массив происходит в движение, т.е. происходит

внезапное оползание данного отсека. Таков принцип возникновения оползневых явлений в ряде территорий земного шара.

Как отмечено выше, на территории юга Кыргызстана широкое развитие получили оползневые процессы гидродинамического происхождения. Только за последние несколько лет отмечено новое появление и активизация несколько сотен таких оползней в южном регионе.

Оползни возникают тогда, когда природными процессами или с хозяйственной деятельностью людей нарушается устойчивость горного склона. Силы связности грунтов или горных пород оказываются, в какой – то момент меньше, чем сила тяжести, тогда вся масса горного склона приходит в движение, и может произойти катастрофические смещения. Приступая к описанию теоретических основ оползневых процессов, укажем несколько специфических моментов этого явления.

Оползнями, называют физико-геологические явления, представляющие собой одну из форм смещения земляных масс, слагающих склоны, причем смещение происходит под воздействием силы тяжести. В научной литературе принято следующее определение: оползень- это смещение на более низкий уровень части горных пород при сохранении контакта с подвижным основанием. Сместившиеся земляные массы также называют оползнями.

Вкратце приведем основные элементы оползневых явлений. Вся оторвавшаяся масса пород называется телом оползня. Поверхность коренных или других оставшихся несмещенными пород на которой лежит тело оползня, названа «ложем» оползня. Очень часто данную поверхность называют поверхностью скольжения.

Верхняя граница ложа оползня носит название бровкой срыва. Верхняя обнажившаяся часть ложа оползня названа стенкой срыва. Линия, ограничивающая оползшие массы пород называется границей оползня. В разных частях она носит разные названия. Например, если

смотреть лицом по направлению движения, тогда слева и справа будут соответственно правый и левый борты оползня и т.д. Очень часто оползень деформирует породы, лежащие впереди него и в них образуются трещины, которые также принимают за оползень, т.е. включают их в состав оползневого тела. Расположение и внешний вид трещины тесно связаны с направлением движения и процессами, происходящими в теле оползня. Когда действует растягивающие усилия, то трещины называются трещинами разрыва. Они часто располагаются концентрически по полуокружности и линия, проведенная через середину полуокружности по направлению к ее центру, обычно совпадает с направлением движения. Если верхняя часть оползня двигается быстрее, чем нижняя, то очень часто нижняя часть вспучивается и растрескивается. В этом случае трещины расположены нормально к направлению движения, такие трещины называются трещинами вспучивания. Наконец, третий вид трещин – это трещины скольжения. Они располагаются параллельно направлению движения оползня, а вдоль них происходит скольжение масс горных пород, которые перемещаются с различной скоростью.

Нами были описаны только три основных типов трещин. На практике часто встречаются трещины, которые получились в результате разных местных причин, и их трудно классифицировать по указанным типам трещин. Кроме трещин, расположенных непосредственно на оползнях, часто можно наблюдать трещины в коренном, несмещенном массиве склон. Очень часто они являются предвестником дальнейшего разрушения горных склонов. Вопрос о трещиноватости, а также о составе, состоянии и свойствах горных пород, слагающих как коренной массив склона, так и оползневые накопления, имеет очень важное значение для понимания оползневых процессов. Особенно они важны при классификации оползневых явлений, распространенных на всем земном шаре, а также для разработки процесса образующихся факторов.

При изучении оползневых процессов по мере накопления сведений возникает необходимость в их систематизации и классификации. Начальный период изучения оползней характеризуется накоплением факторов, а потом возникает проблема классификации оползневых явлений была сделана в 1875 году А.Бальцером [1] изучавших их в районе Альпах. Он предложил четыре вида оползневых перемещений, т.е. движений: 1) Обвалы –оползни несвязанных катящихся масс; 2) оползни, связанных, смещающихся по трещинам; 3) грязевые потоки, спускающиеся с гор как вулканическая расплавленная масса; 4) потоки смешанных масс, состоящих из обломков скал, земли и грязи.

В 1882 году появилась классификация [1] А.Гейма [1882], также работавшего в Альпах. Движения на склонах он делит на два основные группы по характеру материала: движение рыхлых наносов и движение коренной породы, потом каждая группа делится на четыре типа (по характеру движения): 1) скользящее; 2) катящееся; 3) сложное; 4) смешанное. Недостатком этой классификации является принятие за основу литологии. Со временем выяснилось, что более существенным признаком оползневых перемещений является не литологический, а генетический принцип, а более сложные признаки.

А.Пенк [1894] в своей [1] разработанной классификации движение оползневых масс делит на две группы: 1) движение под действием силы тяжести; 2) движение в котором оползневые массы переносятся по средством движущейся среды (вода, воздух, лед).

В 1894 году, одновременно возникла классификация [1] Д. Молитора [1894], где за основу взят генетический признак и оползневые процессы разделены на четыре группы: 1) оползни, смещающиеся по определенным поверхностям скольжения, вследствие чрезмерной крутизны откоса; 2) оползни по склонным слоям при смачивании водой; 3) оползни, вызываемые действием воды, размягчающий грунт; 4) оползни насыпей, возникающие вследствие выдавливания основания.

Однако все эти указанные классификации не удовлетворяли ни специалистов, ни инженерно-технических работников. Поэтому приходит вызванная практическими соображениями работа по составлению региональных классификаций оползней.

В 1909 году в штате Колорадо [2] Э. Хау [1909] составил региональную классификацию оползней для горы Сан-Хуан. Хау, основываясь на классификации А.Гейма, оползни делит на четыре большие группы: 1) оползни наносов (земляные оползни грязевые потоки и другие); 2) оползни горных пород (оползни и обвалы скал); 3) оползни наносов и горных пород; 4) разные оползни (в частности, оползни в искусственных выемках и проседаниях).

В 1910 году Альмаджа, дает следующую региональную классификацию оползневых процессов Италии: 1) оползни-оплывины, захватывающие только поверхностный покров горного склона; 2) оползни-просадки, захватывающие глубокие слои глинистых формаций; 3) оползни соскальзывания, происходящие по поверхности скольжения; 4) оползни-обвалы. Недостаток классификации Альмаджа: не учитываются физико-механические свойства горных пород.

В 1913 году К.И. Богданович, изучающий оползневые процессы на Черноморском побережье Кавказа, дал региональную схему по морфологическим признакам. Он движение горного грунта делит на оползни первого порядка и на оползни второго порядка. Оползни первого порядка – это движение начальной стадии, которое, в основном, происходит по трещинам, а оползни второго порядка, которые развивают дальше старых оползней первого порядка.

Таким образом, число классификаций оползневых процессов продолжали увеличиваться с ростом развития науки. Ниже приведем ряд классификаций, предложенные с различными признаками, например, морфологическим, генетическим, типологическим, возрастным и другими подобными признаками. Например, в 1934 г, была опубликована

классификация оползней по их возрасту, составленная А.К. Тихомировым и переработанная И.В. Поповым. Здесь оползни делятся по признакам-стадиям: 1) современные оползни, происшедшие в текущем году; 2) недавние оползни, начавшие стабилизироваться; 3) оползни, хорошо размытые и задернованные; 4) древние оползни со сглаженным рельефом и густой растительностью.

И.С. Рогозин в 1939 г. выделил и дал описание трем видам оползневых трещин: 1) трещины разрыва; 2) трещины вспучивания и 3) трещины скольжения.

В 1953 году. Е.П. Емельянова [3] опубликовала работу относительно терминологии как основу вязкой классификации. На основании этой терминологии все оползневые факторы группы: 1) факторы, вызывающие периодические и непериодические, обратимые изменения запаса устойчивости горного склона; 2) факторы, вызывающие необратимые изменения запаса устойчивости склона. Наконец, [2] И.О.Тихвинский в 1978 г. разработал две классификации оползневых процессов.

1. На основании классификации по генетическим признакам оползневые процессы делятся на следующие типы: абразионные; эрозионные; гидрогенные; антропогенные и полигенные.
2. Согласно морфогенетическим признакам предложена следующая классификация оползней: скольжения; выдавливания, течения, выплывания, внезапного разжижения.

Здесь, мы привели те классификации, которые разработаны на основе различных признаков, хотя они в течение более ста лет перешагнули через сотню.

Таким образом, модель механизма оползневого процесса отражает основные элементы геологического строения оползневого склона, физико-механические характеристики слагающих его пород и режим изменений внешних факторов, оценка мощности массивов горных пород. По данному признаку следует привести следующие типы оползневых процессов:

оползни скольжения, оползни выдавливания или сдвига, оползни выплывания, оползни течения, оползни внезапного разжижения и оползни гидродинамического разрушения.

Например, [3] Ф.П. Саваренский [1935] по отношению к структуре горных пород, слагающих склоны, предложил следующую классификацию оползней.

1. Асеквентные - это оползни, возникающие в однородных породах;
2. Консеквентные, которые происходят по плоскостям напластования горных пород или по плоскостям разломов;
3. Инсеквентные оползни, здесь плоскость оползания пересекается с плоскостью разломов или с поверхностью напластования. Далее, американскими учеными [95] С.Шарпа [1938], в последствии Д.Варнесом [1958], была принята классификация оползней по скорости смещения на три категории: медленные, смещения со средней скоростью и быстрые.

Еще раз, следует отметить, что помимо вышеприведенных типов оползней в природе могут встречаться и другие типы оползней. В науке о природных явлениях существуют классификации, которые охватывают все типы оползней, распространенных на земном шаре и их принято называть универсальными. Наиболее широкой известностью пользуются универсальные классификации оползней Н.Н. Маслова [4], Е.П. Емельяновой [3], Г.С. Золотарева, К.А. Гулакяна и В.В. Кюнтцеля [1] и других. В западноевропейских странах и США широкой популярностью пользуются классификации оползней Тегцаги [4], С. Шарпа и ряд других. Кроме того, другие классификации описывают типы оползней только на региональном уровне или только часть из множества оползневых явлений и относят их к региональным. Вообще говоря, одной из особенностей оползневых процессов есть повторяемость во времени и цикличности [5].

К региональным классификациям можно отнести и оползневые процессы, которые образовались на территории горных районов юга

Кыргызстана. Оползневые процессы по глубине захвата горного склона разделяются:

1. Поверхностные, расположенные в зоне сезонного колебания влажности и температуры грунтов;
2. Глубокие оползни, поверхность скольжения которых находятся глубже зоны сезонного колебания влажности и температуры грунтов».

Основным фактором образования оползней поверхностного типа являются атмосферные осадки и талые воды снежников, что подтверждается массовым образованием оползней в многоводные 2019-2020 годы. Глубокие же оползни в основном образуются с участием подземных вод. Таким образом, наиболее активным фактором оползнеобразования являются обильные и затяжные дожди. Атмосферные осадки сказываются, на оползневые процессы –косвенно через насыщение пород, слагающих тело оползня. При этом сильно увеличивается вес горных пород, происходит перераспределение напряжений в грунтах склона в сторону увеличения сдвигающих усилий. Значительное влияние на устойчивости рыхлых отложений оказывают подземные воды, колебания уровней, которых в сторону увеличения, также вызывает образование особенно крупных оползней».

Таким образом, в настоящее время на практике число классификаций оползневых процессов весьма велико. Например, существуют классификации по механизму движения, по морфологическому признаку, по составу и возрасту горных пород основных деформирующих горизонтов; по генетической особенности и т.д. Наиболее полной и унифицированной классификацией является разделение по механизму оползания, где достаточно отчетливо устанавливается связь механизма оползней с составом, структурой, состоянием и свойствами горных пород.

Геологическое строение склона оказывает большое влияние на его устойчивость. Основными элементами геологического строения склона,

влияющими на его устойчивость, являются форма и условия залегания пластов различного литологического состава. В природных условиях встречается бесконечное множество различных условий залегания горных пород и поэтому невозможно описать их все. Однако можно охарактеризовать наиболее типичные условия залегания пород и их влияние на оползневой процесс. Для этой цели рассмотрим схему, составленную Н. Н. Масловым (1941), показывающую характер развития оползневых процессов при различных условиях залегания пород. (рис.1-9):

Механизм формирования оползневых процессов при различном геологическом строении грунтового массива. Условные обозначения: а, а1 – трещины отрыва, б, б1 – языки оползней, красными линиями показаны поверхности скольжения.

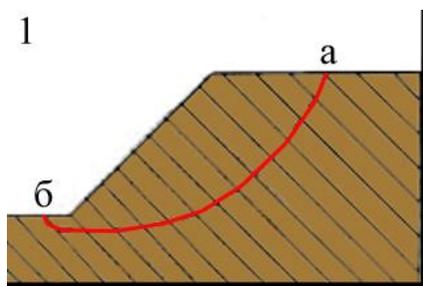


Схема 1. Вполне однородное строение толщи.

Нарушение устойчивости массива обуславливается либо чрезмерной крутизной откоса, либо, при наличии грунтовых вод, недостаточной устойчивостью грунта против суффозии. Характер, форма и процесс развития оползня в наибольшей степени приближаются к идеальной форме.

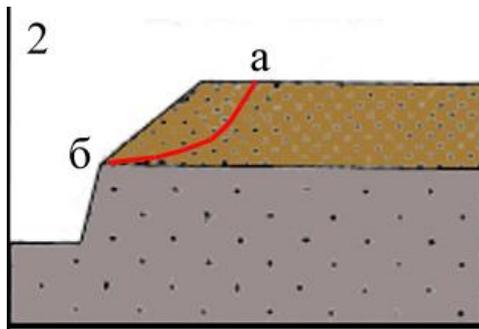


Схема 2. Неоднородное строение толщи.

Пласт с более слабыми показателями залегает в верхней части откоса; подстилающий пласт вполне устойчивый. Возможное развитие оползней ограничивается мощностью и свойствами покровного пласта. В случае малой водопроницаемости подстилающей толщи сдвиг и развитие процесса суффозии обычно проявляются в

контакте между обоими пластами; вследствие этого контактная зона подлежит тщательному изучению.

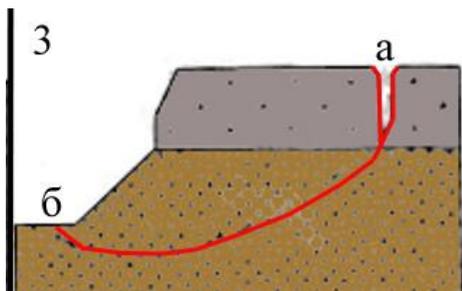


Схема 3. Неоднородное строение толщи.

В основании откоса залегает малоустойчивая порода; покровная толща не внушает опасений. Большое значение приобретает вопрос о степени и характере трещиноватости покровного пласта. Контактная зона имеет такое же значение, как и в схеме 2. Поверхность скольжения часто может характеризоваться прямолинейным участком. Не исключается опасность нарушения устойчивости откоса в результате пластических деформаций в подстилающей толще. Чрезвычайно большое значение приобретает вопрос о достаточной устойчивости подстилающего пласта в отношении возможной суффозии.

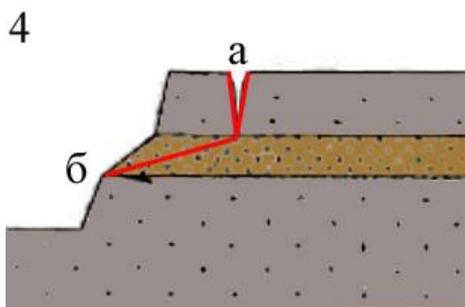


Схема 4. Неоднородное строение толщи.

Малоустойчивый пласт "б" залегает в толще пород, не внушающих по своей устойчивости никаких опасений. Область развития возможных оползней ограничивается глубиной залегания подошвы слабого слоя; степень устойчивости покровной толщи в полной мере предопределяется поведением пласта "б". Подлежат изучению: устойчивость откоса по поверхности скольжения, совпадающей с пластом "б"; устойчивость пласта "б" против суффозии; возможность развития в пласте "б" пластических явлений выдавливания и значение этого процесса с точки зрения общей устойчивости откоса.

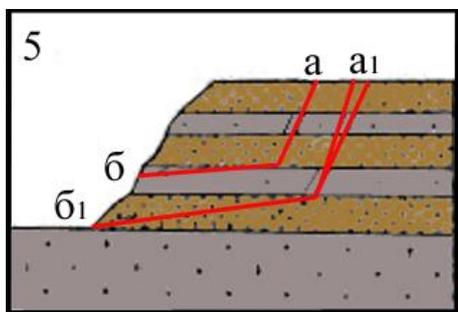


Схема 5. Неоднородное строение.

Строение	толщи	-	согласное
ненарушенное			многослойное.
Малоустойчивые	пласты		многократно
переслаиваются	более		надежными

разностями. Возможно развитие оползней с прямолинейными участками поверхностей скольжения. Вероятно развитие оползня в результате суффозионных процессов в слабых пластах.

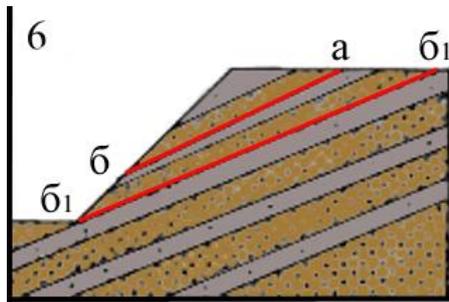


Схема 6. Согласно нарушенное многослоистое строение. Возникает особая опасность обрушения откоса по наклонным плоскостям напластования. Большое значение имеют, характер и свойства контактных поверхностей отдельных пластов. Как всегда,

не должны упускаться из внимания вопросы суффозии. При падении пластов в обратном направлении (от откоса вглубь толщи) степень устойчивости откоса значительно повышается.

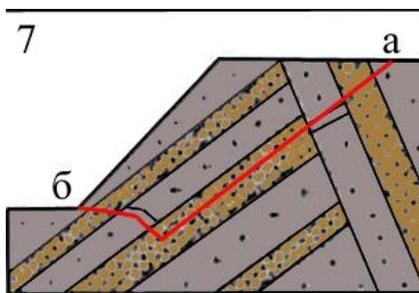


Схема 7. Несогласное нарушенное залегание.

Поверхность скольжения и устойчивый профиль откоса могут носить самую причудливую форму в зависимости от свойств пород, форм их залегания и характера трещиноватости толщи.

Проверка устойчивости откоса путем расчетов чрезвычайно затрудняется. В оценке степени устойчивости массива наибольшее значение приобретает качественный анализ данных по изучению состояния массива и наблюдений, характеризующих собой форму и характер возможных древних оползней. Не исключается опасность катастрофических обвалов.

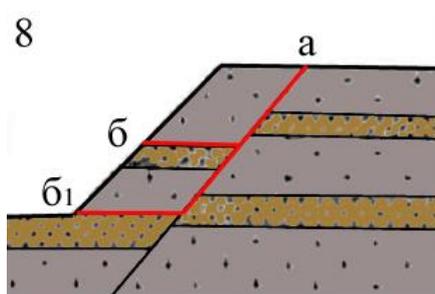


Схема 8. Сброс.

Остаются справедливыми все соображения, изложенные в схеме 7. Обращается особое внимание на наибольшую возможность обрушения откоса по поверхности разлома массива (зоны сброса).

разлома массива (зоны сброса).

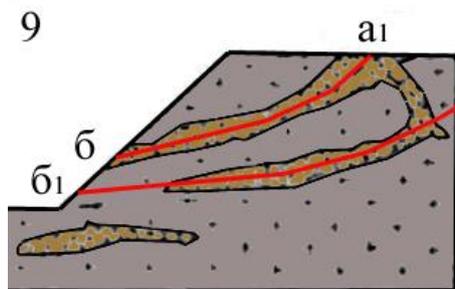


Схема 9. Линзообразное залегание.

Малоустойчивые породы залегают в виде линз. При неблагоприятном расположении линз в отношении откосов создаются предпосылки для развития оползня.

Подводя итоги, следует отметить, что на территории южного Кыргызстана возникают, оползни течения, оползни гидродинамического разрушения и оползни внезапного разжижения.

Основными факторами формирования и развития этих трех видов оползней являются геологические условия и рельеф местности, а также гидрогеологические и метеорологические условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герсеванов Н. М., Польшин Д. Е. Теоретические основы механики грунтов и их практическое применение. –М.: Госстройиздат, 1948, - 247 с.
2. Дранников А. М. Оползни. Типы, причины, образования, меры борьбы –М. 1956 г.
3. Орозобекова А.К. Оползневые процессы на территории юга Кыргызстана и их классификации. // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Проблемы строительной отрасли и пути их решения», Бишкек, 2001. с. 182-191.
4. Орозобекова А.К., Шакирова Ж.А. Природно-экзогенные процессы на территории Кыргызстана и их активизация. // Современные проблемы механики сплошных сред. Выпуск первый «Гидроаэромеханика и газовая динамика» выпуск 1, -Бишкек, 2001. с. 96-103.
5. Орозобекова А.К., Шадиев М.М., Кубанычбекова А.К. Экзогенно-катастрофические процессы Кыргызстана и применение asp.net технологий Вестник Кыргызстана №2, 2017 г., с.273-279 <https://elibrary.ru/item.asp?id=35168437>