

# АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Д.т.н., профессор Суюнов А.С.,*

*Магистр Суюнов Ш.А.,*

*к.т.н., доцент Салахитдинов А.А.,*

*Магистр Бердикулов У.А.*

Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт,

Кафедра «Геодезия, картография и кадастр», Самарканд,

Узбекистан. [suyunov.rasul@mail.ru](mailto:suyunov.rasul@mail.ru)

## **Annotasiya:**

In article the classification analysis оползневых territories is carried out, the basic natural and technogenic dangers are allocated at conducting geocological monitoring of the given territories. Principal views of works spent for studying of dynamics of landslips on a slope and complex precautionary actions are allocated.

## **Ключевые слова**

Деление, опасных процессов, термодинамических, гидрохимических, антропогенные, процессов, замерзание, природных, оползневого процесса, деформации склонов, техногенных опасностей.

В классификации природно – техногенных опасностей, вызванных оползнями можно выделить три класса процессов: атмосферные, гидросферные и литосферные. Внутри классов производится подразделение три группы процессов: природные естественные, техногенные (антропогенные) и комбинационные. Типы природных процессов выделяются по генетическим признакам и ведущими факторами их развития.

Деление на подтипы и виды осуществляется с учетом ведущих факторов развития опасных процессов, таких как: изменение термодинамических и гидрохимических условия среды; действие силы тяжести; деятельность ветра; замерзание и оттаивание пород; деятельность поверхностных вод и подземных вод.

Изучению и классифицированию природных опасностей посвящены многочисленные исследования, изложенные в трудах [1], [2], [4], [5] и других исследователей.

На территории Самаркандского оазиса, несмотря на большое многообразие природных процессов, первостепенное значение имеют

природные опасности на склонах, которые проявляются в виде оползневых явлений и процессов, обусловленные деятельностью подземных вод.

Как природные, так и техногенные воздействия могут привести к развитию оползневых процессов с последующими деформациями оснований сооружений и их конструкций, находящихся в районах развития опасных оползневых процессов. Среди опасных геологических процессов и явлений в мире оползни занимают важное место. Рост городов с современной застройкой из-за отсутствия во многих городах свободных площадей выполняется преимущественно близко у бровок склонов и часто по склонам, в результате чего активизируются старые оползни или развиваются новые деформации склонов. Деформации являются основными показателями, развитие которых во времени характеризует собственно реализацию оползневого процесса

Оползни представляют собой связанное движение земляных или скальных масс, совершающееся по некоторой поверхности скольжения (она является ложем оползня). Оползни отличаются от обвалов тем, что в течение всего процесса смещающиеся массы не теряют контакта с ложем, тогда как при обвалах эти массы часть своего пути проходят в воздухе.

Оползни представляют собой один из экзогенных склоновых процессов и являются проявлением нарушения устойчивости геологической среды и обусловлены определенной крутизной склонов, гор и прибрежных районов, литологией, обводненностью слагающих пород, наличием глин-пльвунов. Оползни могут находиться в спокойном, стабилизированном состоянии, а сдвиги возникают как в результате экзогенной геодинамики, так и провоцируются эндогенными процессами, такими как землетрясения, вулканическая деятельность и т.п., а так же техногенной деятельностью людей (строительство, подрезка склонов и т.п.). Следует отдельно отметить, что массовая активизация оползней наблюдается при особых метеорологических условиях – выпадении большого количества осадков. Особая проблема активизации оползней состоит в том, что катастрофические проявления их могут нести не только огромные экономические убытки из-за разрушения инженерных сооружений и коммуникаций, но и вызывать гибель сотен и тысяч людей во всех частях мира. В работе [3] приведены следующие примеры: так в результате оползня в Китае, в 1920 году погибло около 100 тысяч человек; в Перу, в 1970 году погибло 18 тысяч человек; в 1974 году в Андах сошел самый крупный в мире оползень объемом 1,6 км<sup>3</sup>, где погибло 450 человек.

В большинстве случаев оползание склонов представляют собой длительный процесс, в котором можно различить два этапа:

1) подготовительная фаза, когда в некоторой глубинной зоне происходят очень медленные движения типа ползучести и формируется потенциальная поверхность скольжения; этот этап называется фазой глубинной ползучести;

2) катастрофическая фаза, когда происходят значительно более быстрые, иногда даже заметные на глаз движения по сформировавшейся поверхности скольжения [2].

Условия возникновения и развития оползней весьма разнообразны, хотя в каждом отдельном случае среди многих факторов можно выделить только один, главнейший, который и принимается за основу характеристики данного оползня. Однако по поводу количества факторов, влияющих на устойчивость пород на склонах, имеется много разных мнений. Это привело к тому, что в настоящее время нет единой общепризнанной классификации оползней. Большинство классификаций основывается на генетическом принципе выделения процессов по признаку главных действующих сил (агентов).

Поэтому из большого количества классификаций оползней приведем лишь те, которыми в настоящее время пользуются специалисты, занимающиеся измерениями смещений на оползнях.

Классификация оползней:

а) по характеру:

- развития смещения;
- захвата склона;
- захвата горных пород;

б) по структуре:

- оползневого склона и положению поверхности смещения: секвентные, консеквентные и инсеквентные;
- тела оползня и масштабу явления;

в) - по видам деформации пород - по механизму смещения;

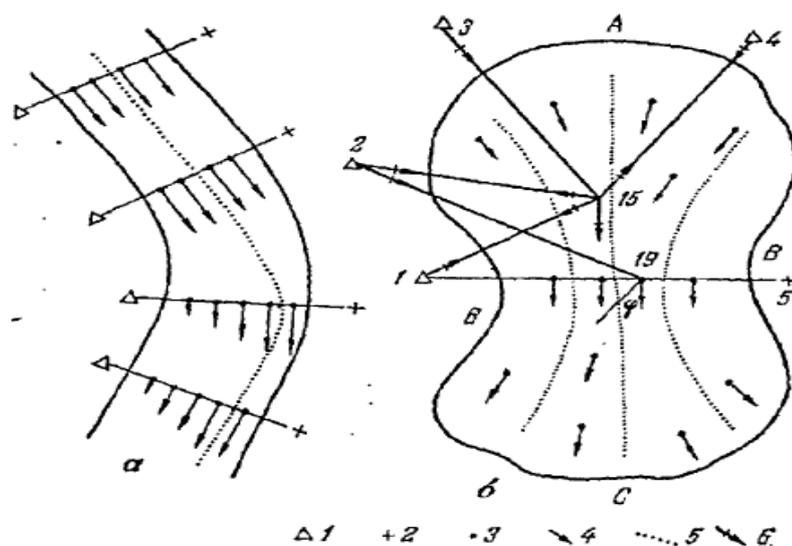
г) - по их возрасту и фазам развития;

д) - по их морфологии для целей инженерно-геологического картирования

Из классификации оползней видно, что существует множество типов оползней, различающихся размерами и формой, глубиной захвата и формой поверхности скольжения, характером смещения земляных масс, их скоростью, периодичностью, состоянием поверхности, условием видимости и т.д. Наиболее типичными, но морфологически различными видами оползней, являются земляные потоки (поступательные оползни) и вращательные оползни. При оползании образуется определённый комплекс

форм рельефа: оползневой цирк, ограниченный стенкой срыва оползня (оползневым уступом), оползневой блок, характеризующийся в большинстве случаев запрокинутостью верхней площади (оползневая терраса) в сторону оползневого склона с крутым уступом, обращенным в сторону реки, или озера по направлению движения оползня. Поверхность отрыва оползня имеет сферическую форму, стремящуюся приблизиться к окружности.

Оползни могут происходить на одном высотном ярусе - одноярусные или на нескольких – многоярусные. Многоярусные оползни наблюдаются в горах и реже на равнинах, главным образом там, где высота склонов достигает 100 - 200 метров. По времени, в течение которого происходит процесс оползания, выделяются оползни одновременные, периодические и постоянные. Медленные смещения не являются катастрофическими. Их называют волочениями, ползучими смещениями рыхлых отложений, а также скольжением. Действительно перемещение представляет собой сползание, так как скорость его не превышает нескольких десятков сантиметров в год и оно распознается по специфическим формам рельефа, по изгибанию пластов и поверхности, так называемому смятию пластов.



**Рис. 1. Типы смещений:**

- а) - земляной поток; б) - вращательный оползень; 1- опорный репер;  
 2 - ориентирный знак; 3 — оползневая точка; 4 - вектор смещения;  
 5 - траектории движения; 6 — направление визирного луча

Земляные потоки (рис.1, а) представляют собой длинные узкие полосы движущегося грунта, вытягивающиеся вниз по склону вдоль понижений рельефа. Скорость движения материала в земляных потоках подвержена колебаниям в зависимости от увлажнения, носящего сезонный характер.

На прямолинейных участках смещение происходит с равномерной скоростью, на криволинейных участках «струя» отодвигается к вогнутому берегу. В фазе глубинной ползучести наблюдаются резкие сезонные

колебания скорости смещения; в фазе катастрофического оползания происходят быстрые смещения.

Вращательные оползни это грунтовые массивы округлой формы в плане (рис. 1., б). В процессе оползания они совершают вращательные движения вокруг некоторой оси. Оползневое тело оконтуривается трещинами, свидетельствующими о различных смещениях: в верхней части склона *A* - с отрывом и смещением вниз; в средней части склона *B* — со сдвигом и смещением по горизонтали; в нижней части *C* - со сжатием и смещением вверх. В большинстве случаев смещение земляных масс в оползнях этого типа происходят путем поворота вокруг некоторой оси вращения. На этапе глубинной ползучести такие вращательные движения совершают точки, образующие зону ползучести, а в катастрофической фазе вращение происходит по круглоцилиндрической поверхности скольжения. В более редких случаях скольжение совершается по криволинейным поверхностям, кривизна которых по мере приближения. В более редких случаях скольжение совершается по криволинейным поверхностям, кривизна которых по мере приближения к нижней части склона либо увеличивается, либо уменьшается.

Описанные два типичных оползня являются сравнительно простыми; к ним относятся многие небольшие оползни. Значительно сложнее крупные оползни. Вследствие особенностей геологического строения, смещающиеся земляные массы обычно имеют неправильную форму. Оползневое ложе многих крупных оползней обладает сложным подземным рельефом. В таких случаях земляные тела распадаются на отдельные блоки, совершающие сложные движения; на выступах возникают землепады. Некоторые крупные оползни являются многоярусными; оползающие массы образуют несколько ярусов, расположенных друг над другом и смещающихся с различной скоростью и по разным траекториям.

Следует отметить, что оползнеобразующие факторы не проявляются во всех участках оползня одновременно и не действуют в одинаковой степени; часто в теле оползня образуется оползневый очаг, который далее распространяется наступательно, т. е. вниз по склону, или отступательно — вверх по склону. На оползне может встречаться сочетание различных видов движения; так, например, блоковые смещения в верхней части склона могут ниже переходить в земляные потоки и т. д. Наконец, на оползневые движения в фазе глубинной ползучести часто накладываются соизмеримые по величине смещения поверхностного слоя типа поверхностной ползучести, или солифлюкции [2]. Такое же наложение смещения имеет место и в

многоярусных оползнях. Для анализа всей этой обстановки требуются тщательные и систематические наблюдения.

Для изучения динамики оползней на склоне проводятся следующие виды работ:

1) комплексные наблюдения за инженерно-геологическими процессами, эффективностью инженерной защиты, состоянием сооружений и территорий на основе геодезического контроля за движением сети оползневых точек (грунтовых реперов), установленных на поверхности оползней;

2) разработка математической модели оползневых процессов на основе результатов геодезических измерений;

3) изучение деформированного состояния оползневого тела с применением аппаратного комплекса АМКОД (Автоматизированный Магнитометрический Контроль Оползневых Деформаций);

4) наблюдения за смещением грунта на глубине и определение положения поверхности скольжения;

5) съемка оползневых трещин и наблюдение за ходом их развития;

6) анализ деформации инженерных сооружений на склонах (деформационный мониторинг).

Для составления оперативных прогнозов оползневых процессов на территории Самаркандского оазиса в целях геоэкологического мониторинга оползнеопасных территорий установлено два процессоопасных процесса – гидрологический и метеорологический.

Геодезические работы и основанный на них математический анализ позволяет вести составление прогнозных карт на базе математической модели конкретного вида оползней с помощью уже имеющегося обзорного картографического материала – картами оценки оползневого риска. Составление таких карт дает возможность оконтуривать участки максимального проявления оползневых процессов, а также рационально планировать хозяйственное освоение территории, проводить противооползневые мероприятия и мониторинговые наблюдения.

Наблюдения показали, что катастрофические смещения никогда не происходят внезапно; им предшествует стадия незначительных, нарастающих со временем скоростей смещения, представляющих собой явление глубинной ползучести склонов. Большинство оползней обладает постоянным, хотя и неравномерным движением. Периоды большой активизации оползневой деятельности, которые вызывают катастрофические последствия, сменяются периодами угасания, когда происходят незаметные для глаза смещения, измеряемые сантиметрами или миллиметрами в год.

Изучение стадии глубинной ползучести склонов с высокой точностью можно выполнить современными технологиями. Такое исследование позволяет рационально направлять противооползневую деятельность, являющуюся в этой стадии наиболее эффективной. С повышением точности работ становится возможным применить полученные результаты к исследованию внутренней механики оползней.

Наиболее эффективной защитой от оползней является их предупреждение. Необходимо избегать склоновых участков, однако в наших условиях это не возможно. На современном этапе научно – технического прогресса разработаны комплексные предупредительные мероприятия. Когда оползание уже началось, вести превентивные работы поздно. Чтобы избежать сползания, нельзя допускать:

- 1) перегрузку верхней части оползня;
- 2) подрезание основания (рекой, водохранилищем, инженерными сооружениями);
- 3) дополнительное увлажнение всего склона.

Вода является главной причиной оползания, и первым этапом охранительных работ должно явиться собирание и отведение поверхностных вод. На оползнеопасном участке рекомендуется осушение с помощью подземного дренажа. Большое значение имеет и искусственное преобразование рельефа. В зоне отрыва необходимо уменьшить нагрузку на склон, тем самым ослабив действие силы тяжести. Все это приведет к повышению силы сцепления горных пород. На сегодняшний день разработан целый комплекс рекомендуемых технических операций, как то: анкерное крепление склонов, разрушение плоскостей скольжения, инъекция укрепляющих растворов, фиксация склонов с помощью свай и строительство опорных стенок. Самым важным является степень готовности и быстрота действий, так как на более поздних этапах борьба с оползневыми процессами потребует значительно больших усилий.

### **Литература:**

1. Григорьева И.Ю. (Институт Геоэкологии РАН, Москва, Россия). Закономерности проявления опасных природных процессов на территории городов России. Труды международной научной конференции «Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий», 22- 24 сентября 1999г., г.Томск. / И.Ю. Григорьева, Ю.А. Мамаев. - Томск: Издательство ТГАСУ, - 1999. - с. 15- 16.

2. Мамаев Ю.А., Методы изучения и прогнозирования природных опасностей. Природные опасности и общество. / Ю.А. Мамаев, С.Н. Куличков, К.А.Козлов, И.Б. Грачев, В.А. Елкин. - М.: Изд - во фирмы «Крук», - 2002. - С. 93 - 105.
3. Ольховатенко В.Е., Опасные природные и техно – природные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно - технических систем. / В.Е. Ольховатенко, М.Г.Рутман, В.М. Лазарев. Монография. - Томск: Печатная мануфактура, - 2005. - 152 с.
4. Осипов В.И. Природные катастрофы и устойчивое развитие. / В.И Осипов. Геоэкология -1997. - № 2, 5. - 18 с.
5. Рагозин А.Л. Синергетические модели развития и трансформации опасных геологических процессов в процедуре риск – анализа. Материалы годичной сессии Научного Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. / А.Л. Рагозин. - М.: ГЕОС,-2002.- с. 103-110.