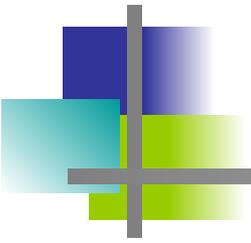


Лекция №6.2.

СКЛОНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

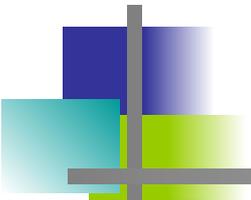
- **Склоны рельефа** местности созданы природой.
- **В карьерах склоны** созданы в результате инженерной деятельности человека.

- **Устойчивость бортов карьеров** ЗАВИСИТ ОТ Г.П.
- **Скальные и полускальные** Г.П. способны держать **практически вертикальные стенки.**
- При разработке **осадочных пород** необходимо **учесть углы откосов, обеспечивающие их устойчивость.**



Инженерная геология

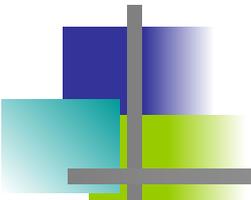
- Устройство **очень крутых** откосов может привести **к авариям**.
- **Пологие** откосы значительно **удорожают строительство**.
- **Основной задачей** является отыскание **оптимальной крутизны склона (откоса)**.



Инженерная геология

- **Потеря устойчивости** откосов происходит в силу следующих причин:
- **устранение естественной опоры** грунта в результате разработки траншей и котлованов;
- **увеличение внешней нагрузки** на откос (складирование материалов, возведение сооружений);
- устройство **недопустимо крутых откосов**;
- **увеличение веса и снижение сцепления и трения грунта** при его увлажнении.

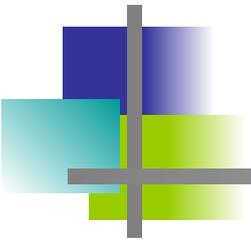
- **Песчаные породы в сухом состоянии** являются довольно устойчивыми породами и допускают откосы **с углом 30°** , но при этом следует помнить, что пески могут **перейти в водонасыщенное состояние с углом 25°** , а при наличии **пывунных песков — еще меньше.**



Инженерная геология

- Устойчивость бортов карьеров с **глинистыми породами** определяется:
- **влажностью** пород;
- **строением толщи, наличием водонесущих прослоев**;
- **плотностью глин**.
- В **сухом состоянии** глины могут иметь откосы с углом **40—45°**, а во **влажном состоянии** — **только 20—25°**.

- **Осадочные породы,** слагающие борта карьеров, часто **приходят в неустойчивое состояние** и под **влиянием силы тяжести начинают смещаться вниз по склонам.**
- **Возникают осыпи, обвалы и оползни.**



Инженерная геология

- **Осыпи** - скопление глыбового или обломочного материала на склоне и у его основания.
- Осыпь **образуется** в результате **падения** со склона **выветрелых обломков** под действием **гравитационных сил**.
- Наиболее **крупные** частицы скатываются **вниз к подножию**, более **мелкие** располагаются **на склоне**.

Инженерная геология







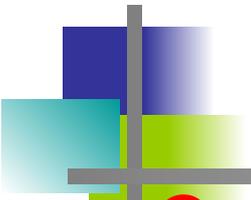


- **Мощность** отложений **увеличивается книзу**, часто образуя у подножия склона шлейф значительной мощности и ширины.

- **Угол, образованный осыпью с горизонтальной плоскостью - угол естественного откоса**
- ЗАВИСИТ ОТ **крупности** и **степени окатанности частиц**.
- Чем крупнее обломки и чем больше их угловатость, тем круче угол осыпи.

- Осыпи делятся на:
- ***действующие,***
- ***затухающие,***
- ***неподвижные.***

- **Действующие** - **обнаженные**
свежие, все время
пополняющиеся, легко
приходят **в движение** от
динамического сотрясения
или **увеличения массы** при
увлажнении атмосферными
водами.



Инженерная геология

- **Затухающие** - уплотненные осыпи, частично **покрытые растительностью**.
- **Возобновление движения** их возможно в результате
 - **сейсмического толчка,**
 - **подрезки**
 - **или подмыва основания склона.**
- **Неподвижные** осыпи полностью **задернованы и залесены**

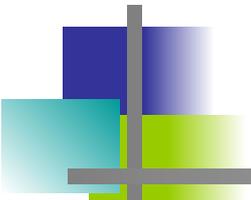
- В зависимости от размеров осыпей намечаются **меры борьбы**.
- **Небольшие осыпи расчищают.**
- **Большие осыпи расчищать нельзя** (т. к. возможно **обрушение масс обломков** сверху- **экономически неоправданны**).



DISEÑO
TRABAJO EN LA OBRERA
REBAJAS

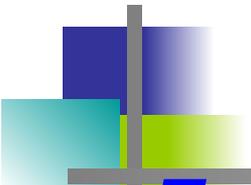
- **Обвалы** — это **внезапное обрушение** больших масс горных пород со склонов, сопровождающееся **опрокидыванием и дроблением**, возникшее в результате **ослабления внутренних связей вследствие выветривания и увлажнения пород.**





Инженерная геология

- Обвалы могут происходить **на крутых бортах** (более 45°) карьеров.
- По **общему характеру** обрушения:
- **-отдельные глыбы,**
- **-масса г.п. в десятки кубических метров и более.**
- **Небольшие обвалы** свойственны строительным **котлованам и карьерам.**
- Катастрофические - в миллионы кубических метров горных пород (при землетрясениях).



Инженерная геология

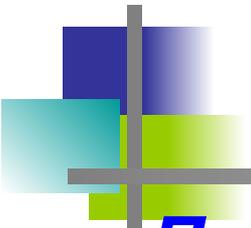
- **Причины** возникновения обвалов:
 - 1) **трещиноватость** скальных пород;
 - 2) **подмыв или подрезка нижней части склонов**;
 - 3) **неудачная заложенность разведочных горных выработок** относительно напластования пород;
 - 4) **перегрузка верхней части бортов** отвалами вскрытых пород или строительством зданий;
 - 5) **землетрясение или взрывные работы** в карьерах.

Предвестники проявления обвалов:

- **появление в породах бортов трещин, расположены параллельно откосам;**
- **глухой шум и треск из откоса;**
- **угрожающее нависание части борта карьера над нишей.**

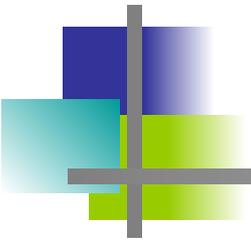
Меры борьбы разделяются на:

- а) **профилактические** — направленные на **предупреждение** явления или **приостановление** его развития в ранней стадии;
- б) **инженерные** — направленные на **устранение действия** процесса или **снижение его интенсивности**.



Инженерная геология

- **Профилактические** мероприятия:
- **надзор** за состоянием склонов,
- **обрушение отдельных камней** или малых обвалов (**взрывы** небольшой мощности или путем забивки **клиньев** в трещины),
- наблюдение **за скоростью движения осыпей, замерам углов естественного откоса и поверхностей осыпей.**



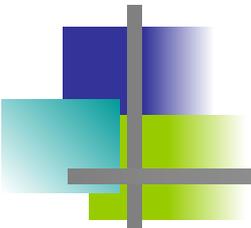
Инженерная геология

- **Инженерные** мероприятия различны для разных склоновых процессов.
- Так, **для осыпей** это в основном **посадки растительности**.
- В местах **развития мощных, постоянно действующих каменных осыпей** устраивают **защитные железобетонные галереи** или даже **тоннели**.

Инженерная геология

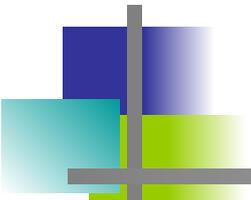






Инженерная геология

- Для **борьбы с камнепадами** и обвалами широко применяют **устройство улавливающих площадок или стенок, подпорных стенок**, рвов, а на нагорном склоне траншей и **водосборных гидротехнических сооружений** для **отвода поверхностных вод**.
- В **скальных** породах применяются **тампонаж и цементация** трещиноватых пород.



Инженерная геология

- **Курумы** — **каменные подвижные россыпи** на **склонах гор**, образующиеся под влиянием **мерзлотных** процессов — **выпучивания, морозного выветривания**.
- **Курумы движутся** очень медленно по пологим склонам, образуя **каменные реки** (потоки) и **каменные моря**.
- **Перемещению** курумов вниз **способствует водонасыщенный глинистый заполнитель**, залегающий в их основании

Инженерная геология

Курумы



Инженерная геология



- Остановить движение **курумов** гораздо сложнее.
- Метод борьбы - **осушение** глинистой **подстилки**, на которой они лежат с помощью **отвода поверхностных** вод нагорными канавами, а **подземных — дренажами.**

- **Оползни — это движение (скольжение) массы горных пород вниз по естественному склону или искусственному откосу под действием силы тяжести по ясно выраженной поверхности скольжения без опрокидывания и дробления на части.**

Инженерная геология



- Оползни распространены на склонах рельефа местности (***долины рек, овраги, берега морей, горные районы***), а также на откосах ***искусственных насыпей, выемок*** в бортах карьеров.

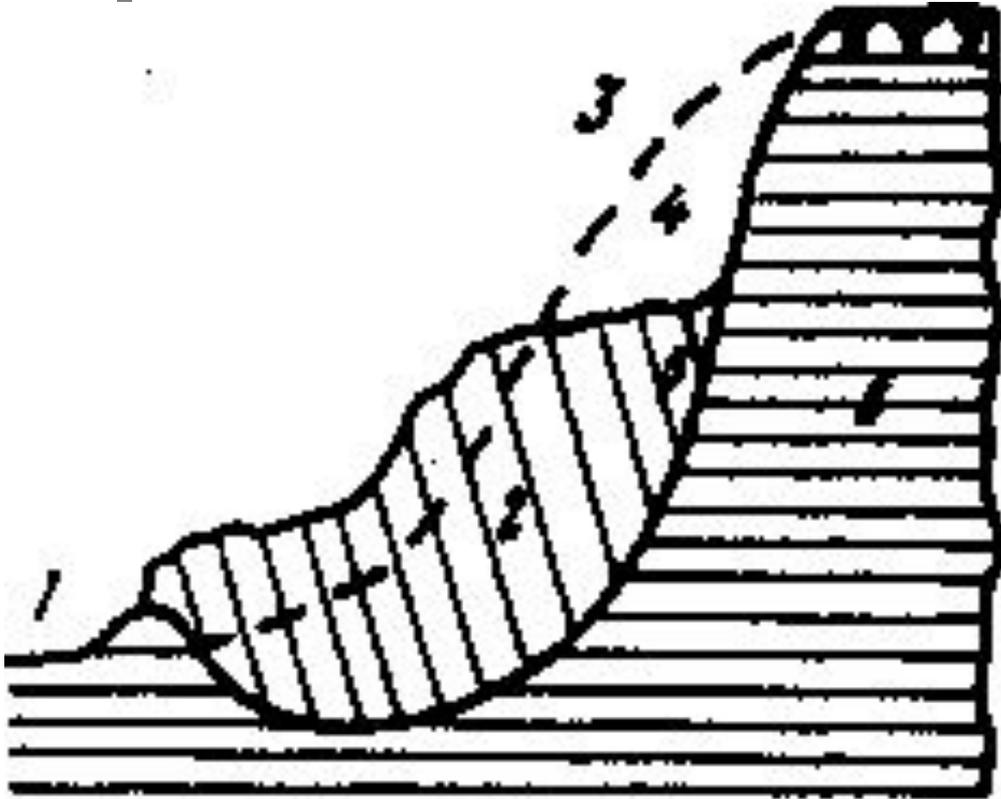


- **Признаки облика откосов, подверженных оползням :**
 - 1- в **верхней части откоса**, где происходит **отрыв массы породы**, образуется **полукруглые трещины, ориентированные вдоль склона;**
 - 2- **образование бугристой поверхности откоса**, особенно в его нижней части;

- 3-в **нижней части** откоса образуется **вал выдавливания**;
- 4-хорошо различаются **террасовидные уступы**;
- 5-можно видеть деревья и столбы, потерявшие свою вертикальность (**“пьяный лес”**)

Элементы оползня:

- подошва,***
- оползневое тело,***
- поверхность
скольжения.***



- 1-подошва;
- 2-оползневое тело;
- 3-склон до оползня;
- 4-оползневая терраса;
- 5-поверхность скольжения;
- 6-коренные породы.

Оползень в
однородных породах

Инженерная геология



Инженерная геология



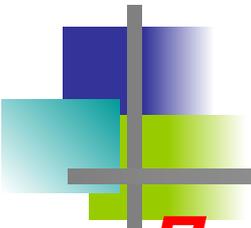
Инженерная геология



Инженерная геология



- **Тело оползня** — вся масса сползающего по склону грунта, ограниченная на глубине поверхностью скольжения.
- **Оползневые террасы** — ряд уступов, расположенных один ниже другого и ориентированных параллельно бровке склона;



Инженерная геология

- **Поверхность скольжения** — поверхность, по которой происходит смещение оползня.
- может быть плоской или **круглоцилиндрической**, гладкой или бугристой;
- **Вал выпора** — возвышение, образующееся **в основании склона** и состоящее **из нарушенных и перемятых грунтов**.

- **Место выхода**
поверхности скольжения
на дневную поверхность в
верхней части склона -
вершина оползня, а в
основании склона —
подшвой оползня.

- **Оползневый цирк** - котловина в виде амфитеатра, образовавшаяся на крутом склоне **среди несместившихся пород**.

- **Степень устойчивости откоса определяется соотношением сил, стремящихся столкнуть массу пород вниз по склону, и сил, которые сопротивляются этому.**

Инженерная геология

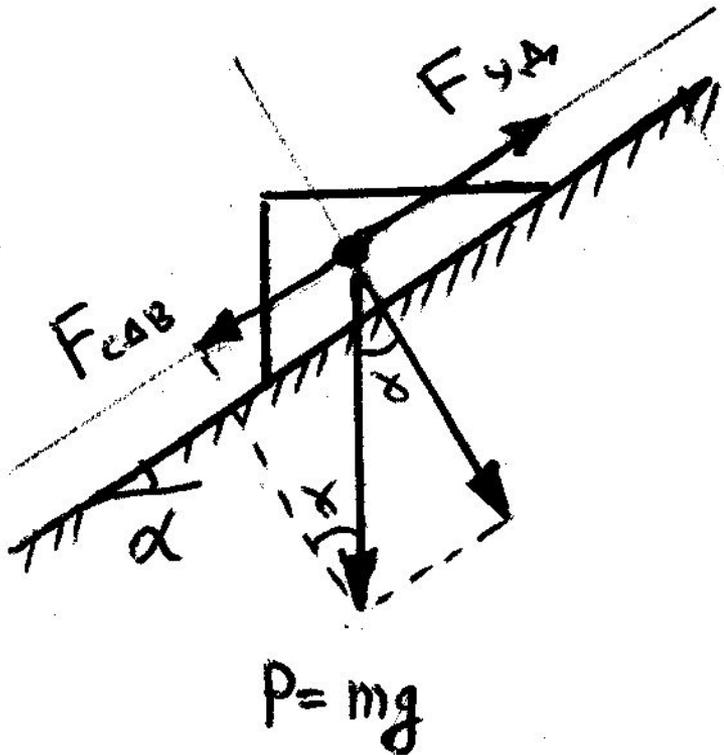


Схема расположения сил, действующих на склоне.

Оценка устойчивости оползневых склонов

Коэф. запаса устойчивости склона

$$K_{уст} = \frac{\sum F_{удерж}}{\sum F_{сдвиг}}$$



- При $K_{уст} > 1$ — устойчивое состояние
- $K_{уст} = 1$ — предельного равновесия
- $K_{уст} < 1$ — неустойчивое состояние сползания.

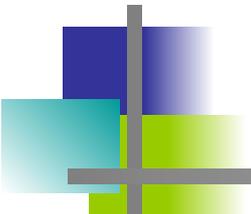
- **Причины** возникновения оползня:
- **естественные (природные) и**
- **искусственные** (связанные с деятельностью человека).



Инженерная геология

- **Естественные:**

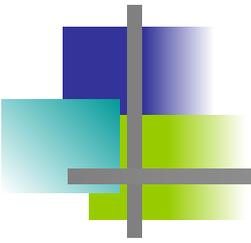
- 1) **землетрясения** (6 баллов и более);
- 2) **процесс выветривания, нарушающий природные структурные связи пород,**
- 3) **атмосферные воды, чрезмерно увлажняющие породы склонов;**
- 4) **размыв нижней части откосов** речными водами, морским прибоем;
- 5) **увлажнение глинистых пород** ОТКОСОВ **подземными водами.**



Инженерная геология

- Причины **искусственного** порядка связаны со строительными работами:
- 1) **подрезка нижней части откосов** в целях расширения площади карьера;
- 2) **сброс промышленных и дренажных вод непосредственно на поверхность откосов**;
- 3) **перегрузка откосов за счет возведения на них зданий и сооружений**;
- 4) **ликвидация выходов на поверхность подземных вод, что** приводит к возникновению давления воды на породы склонов;
- 5) **взрывные работы** в карьерах.

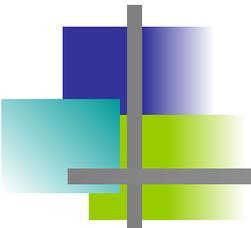
- Движение этих оползней может **контролироваться** наблюдением **за реперами**, установленными в теле оползня и коренных породах.



Инженерная геология

Борьба с оползнями

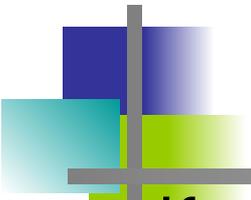
- Каждый откос карьера **должен подвергаться анализу** с целью установления **степени его устойчивости**.
- При этом возможны **три случая**:
- 1) откос **не испытывал** оползневые движения;
- 2) на откосе **когда-то были** оползневые явления;
- 3) на откосе **наблюдается** движение оползня.



Инженерная геология

- Все меры борьбы :
- **профилактические и**
- **активные.**
- К **профилактическим** относится ряд положений, **запрещающих подрезать откосы,**
- **строить на них,**
- производить **взрывные работы вблизи оползней,**
- **переувлажнять породы откосов** и т. д.

- **Активные** меры предусматривают **устройство инженерных сооружений и закрепление пород** оползневого откоса.



Инженерная геология

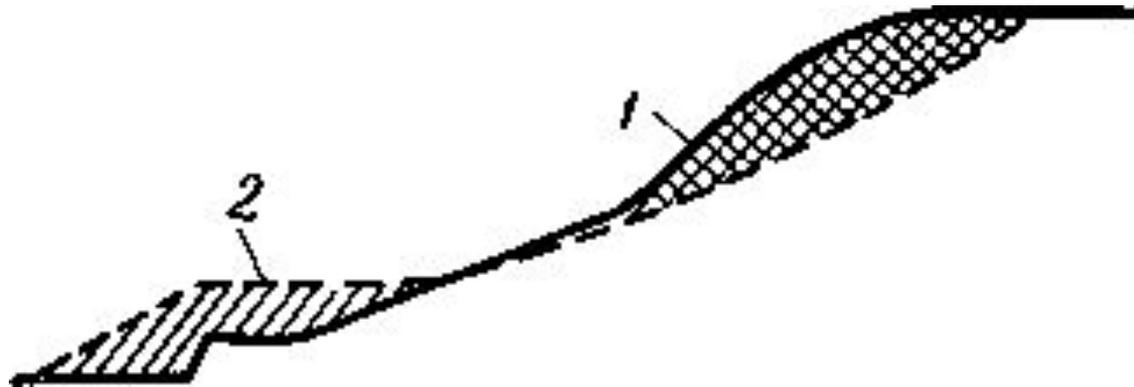
- К **инженерным мероприятиям** ОТНОСИТСЯ:
 - **устройство** сооружений **для отвода поверхностных и подземных вод;**
 - **планировочные работы** — **срезка верхней части и пригрузка нижней части склона** для увеличения его устойчивости;
 - **устройство подпорных стенок и набережных;**
 - **устройство свай-шпилек для закрепления отдельных участков оползшего склона.**

Инженерная геология



17/07/2013

Инженерная геология



- Укрепление оползневого склона путем выполаживания откоса и устройство контрбанкета:
- 1-срезка; 2 - контрбанкет.

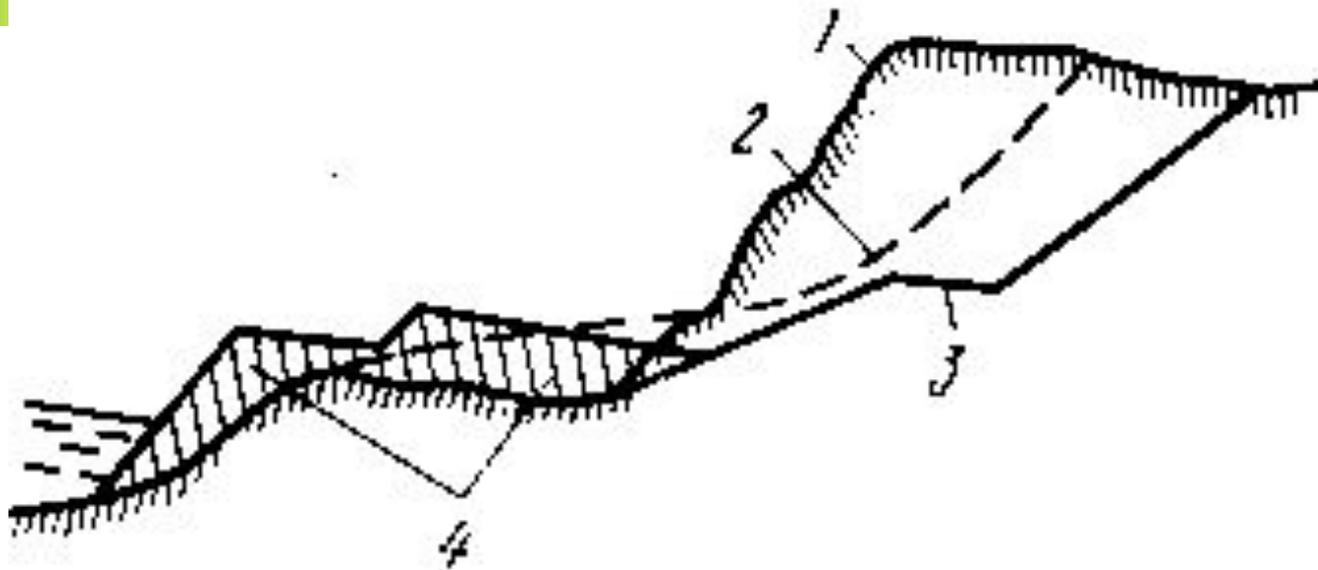


Схема террасирования оползневого склона:

- 1-естественный откос;
- 2-линия предполагаемой поверхности скольжения;
- 3-линия спланированного откоса;
- 4-банкет.



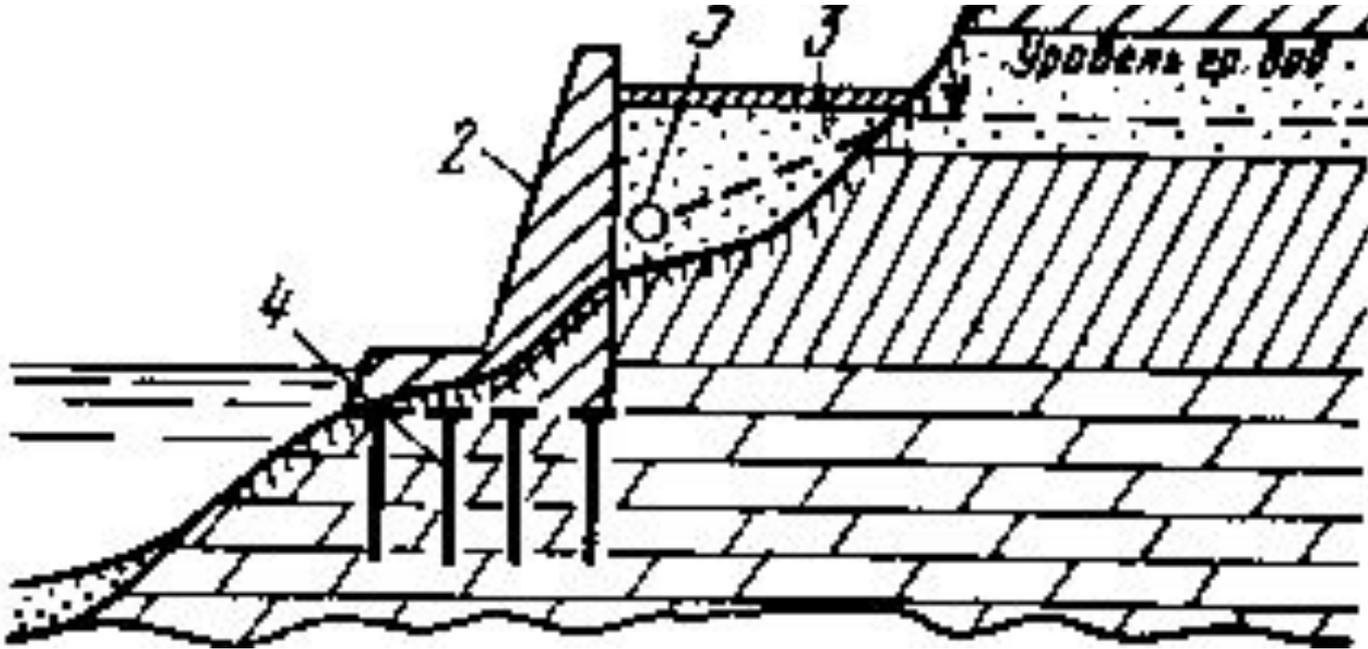


24/07/2013

- **Эта часть пригрузки называется банкетом.**

Подпорные стенки и **набережные** предназначены **для предупреждения подмыва, абразии** нижней части оползневого склона, **усиления момента удерживающих сил.**

Инженерная геология



- Противооползневые мероприятия на берегах рек.

Инженерная геология

