

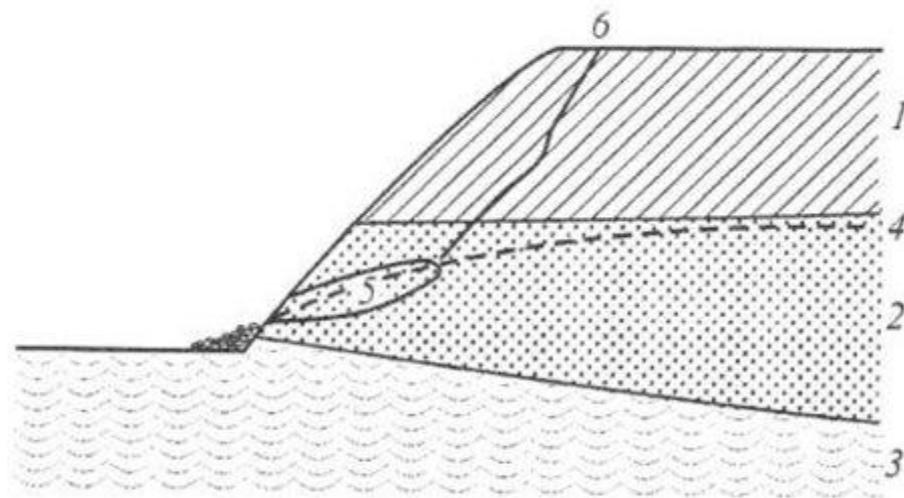
*Процессы, обусловленные деятельностью подземных вод: - суффозия,
- пывуны*

Суффозия

Суффозия — это процесс механического выноса мелких частиц горных пород подземными водами с образованием пустот на глубине и просадками над ними на поверхности.



Суффозия наблюдается на склонах и откосах, когда они дренируют пески, содержащие подземные воды. В результате длительного развития суффозионного процесса происходит разрыхление песчаного слоя у самого выхода фильтрационного потока на склон, там, где гидравлический градиент характеризуется высокими значениями. В результате этого может произойти обрушение вышележащих пород.



Склон, в котором развивается механическая суффозия.

1 — лёссовидный суглинок; 2 — водоносный разнородный песок; 3 — глина;
4 — уровень грунтовых вод; 5 — участок развития суффозионного выноса; 6 — трещина закола будущего обрушения (оползня).

Условия развития суффозии

- Для развития суффозии необходимы следующие условия:
- 1) структурно-текстурная неоднородность (1:20) горных пород, при которой возможно передвижение более мелких частиц среди более крупных и их вынос;
- 2) определенные градиенты потока (>5), вызывающие повышенные скорости фильтрации воды или определенной величины гидродинамическое давление в массиве грунтов;
- 3) наличие области выноса, разгрузки толщи от мелких частиц.
- Суффозия происходит внутри пласта или путем переноса мелких частиц из одного пласта в другой.

Суффозионные проявления



Суффозионные ниши

Конусы суффозионного выноса



Методы защиты от механической суффозии

Для предупреждения суффозии наиболее часто применяют такие меры, которые оказывают влияние на уменьшение градиентов и скоростей фильтрационного потока: дренажные сооружения, способствующие уменьшению величин гидравлических градиентов, в сочетании с пригрузочными крупнообломочными призмами, которые дренируют водоносные пески и ограничивают вынос мелких песчаных частиц

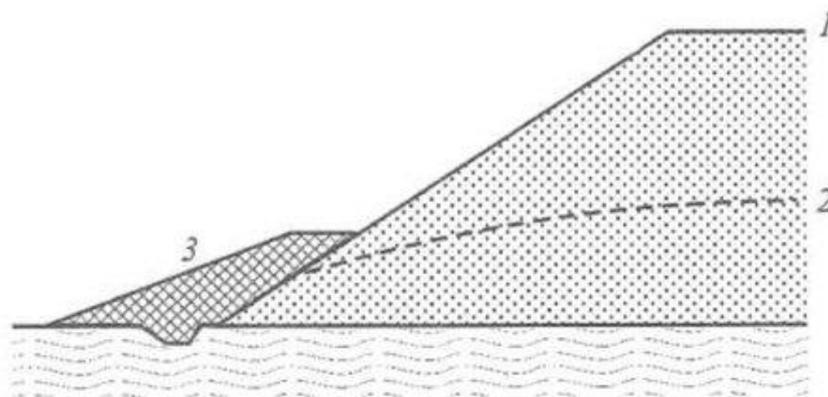


Схема дренажно-пригрузочного устройства на откосе, подверженном суффозионному процессу.

1 — искусственный откос; 2 — уровень грунтовых вод; 3 — дренажно-пригрузочная призма.

Плывунные явления

Плывунами называют тонкозернистые водонасыщенные пески, которые при вскрытии горными выработками (котлованами, скважинами) ведет себя подобно вязким жидкостям.

Плывунные свойства, кроме песков, при определенных условиях могут проявлять пылеватые суглинки, супеси, т. е. породы, обладающие значительной пористостью.

Характерными для плывунов являются их тиксотропные свойства, т.е. способность разжижаться при сотрясении и вибрации, а после прекращения восстанавливать свое первоначальное состояние. Также для плывунов характерно высокое содержание частиц размером от 0,25 до 0,005 мм и высокая пористость 35-58%

Основной причиной проявления у пород плывунных свойств является *гидродинамическое* давление поровой воды, которое создается в результате перепада (градиента) давления грунтовых вод при вскрытии котлована (траншей и т. п.). В плывунном состоянии породы утрачивают всякие структурные связи. Частицы переходят во взвешенное положение, т.е. по существу, плывуны имеют в этот момент плотность некоей вязкой жидкости. Интенсивность плывунных явлений в породах зависит от величины градиента, гранулометрического и минерального состава формы частиц, плотности породы и ряда других факторов.



Плывуны разделяют на *ложные (псевдоплывуны)* и *истинные*.

Ложные плывуны образуются при гидродинамическом воздействии подземных вод на мелкозернистые песчаные породы не имеющие структурных связей. Легко отдают воду, при высыхании образуют рыхлую или слабо сцементированную массу.

Взвешивающее действие воды при определенных условиях проявляется также в песках некоторых морских побережий, образуя так называемые *зыбучие пески*.



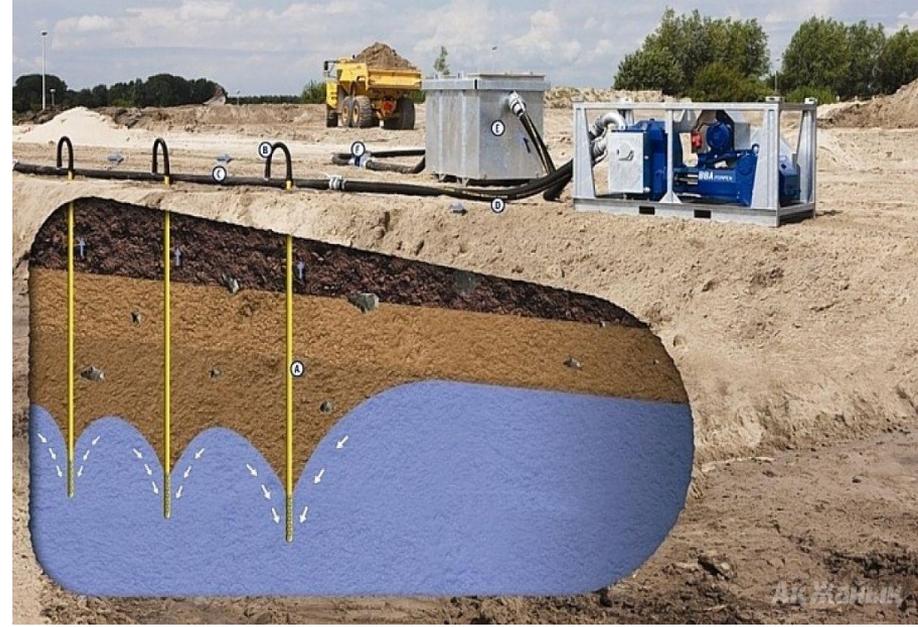
Истинные плывуны — это породы с коагуляционными или смешанными связями в виде глинистых песков, а также супесей, суглинков. Структурные связи обусловлены присутствием глинистых (менее 0,001 мм) частиц с высокими гидрофильными свойствами (коллоидов). Вокруг песчаных частиц формируются пленки связанной воды, что увеличивает их удельную поверхность и они всплывают под действием гидродинамического давления.

Истинные плывуны слабо отдают воду, при высыхании образуют плотные, сцементированные массы.

К мероприятиям по борьбе с плывунами относится осушение пород, насыщенных водой

Способы борьбы с плывунами можно разделить на 3 группы:

- искусственное осушение плавунных пород в период строительства (открытая откачка воды из котлованов, иглофильтры и др.);
- ограждение плывунов путем создания шпунтовых стен;
- искусственное закрепление плывунов путем изменения их физических свойств (силикатизация, цементация, замораживание и т. д. – методы технической мелиорации).



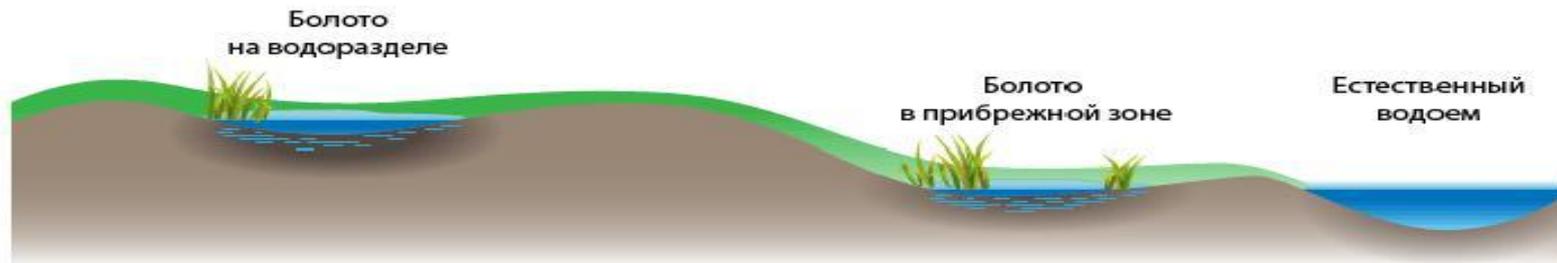
Процессы, обусловленные совместной деятельностью поверхностных и подземных вод: заболачивание, карст, просадочные явления

Избыточно увлажненные участки земной поверхности называются **болотами**.

Болота образуются в результате:

- зарастания озер;
- повышения уровня подземных вод;
- зарастания озер и повышения уровня подземных вод.

Типы болот



Низинные болота приурочены к пониженным участкам рельефа. Низинное болото подпитывается грунтовыми водами

Верховые болота приурочены к понижениям на водоразделах. Изолированы от грунтовых вод подстилающими водонепроницаемыми толщами и питаются только атмосферными осадками

Инженерно-геологическая характеристика торфяных отложений

Основные особенности физико-механических свойств торфов – это высокая влажность, влагоемкость, низкая плотность, чрезвычайно сильная, неравномерная и длительная сжимаемость, зависящая от степени разложенности и видов растительных остатков.

Торф обладает невысокой прочностью, показатели которой зависят от зольности и ботанического вида торфа. Все эти характеристики торфа определяют их как отложения слабые, малопригодные для строительства на них различных сооружений.

Хозяйственная деятельность на заболоченных территориях

Массовое гражданское и промышленное строительство обычно производят после осушения заболоченных территорий, или после планировки путем отсыпки или намыва на болотные отложения глинистых, песчаных, гравийных, галечниковых, щебенистых грунтов.

Участки болот большой глубины, с очень слабыми неустойчивыми грунтами, как правило, под такое строительство стараются не использовать.

При дорожном строительстве сооружают насыпи из глинистых и крупнообломочных пород с полным или частичным выторфовыванием (вырезают и убирают болотные отложения) в зависимости от мощности болотных отложений и их устойчивости, с обеих сторон насыпи сооружают водоотводящие каналы.

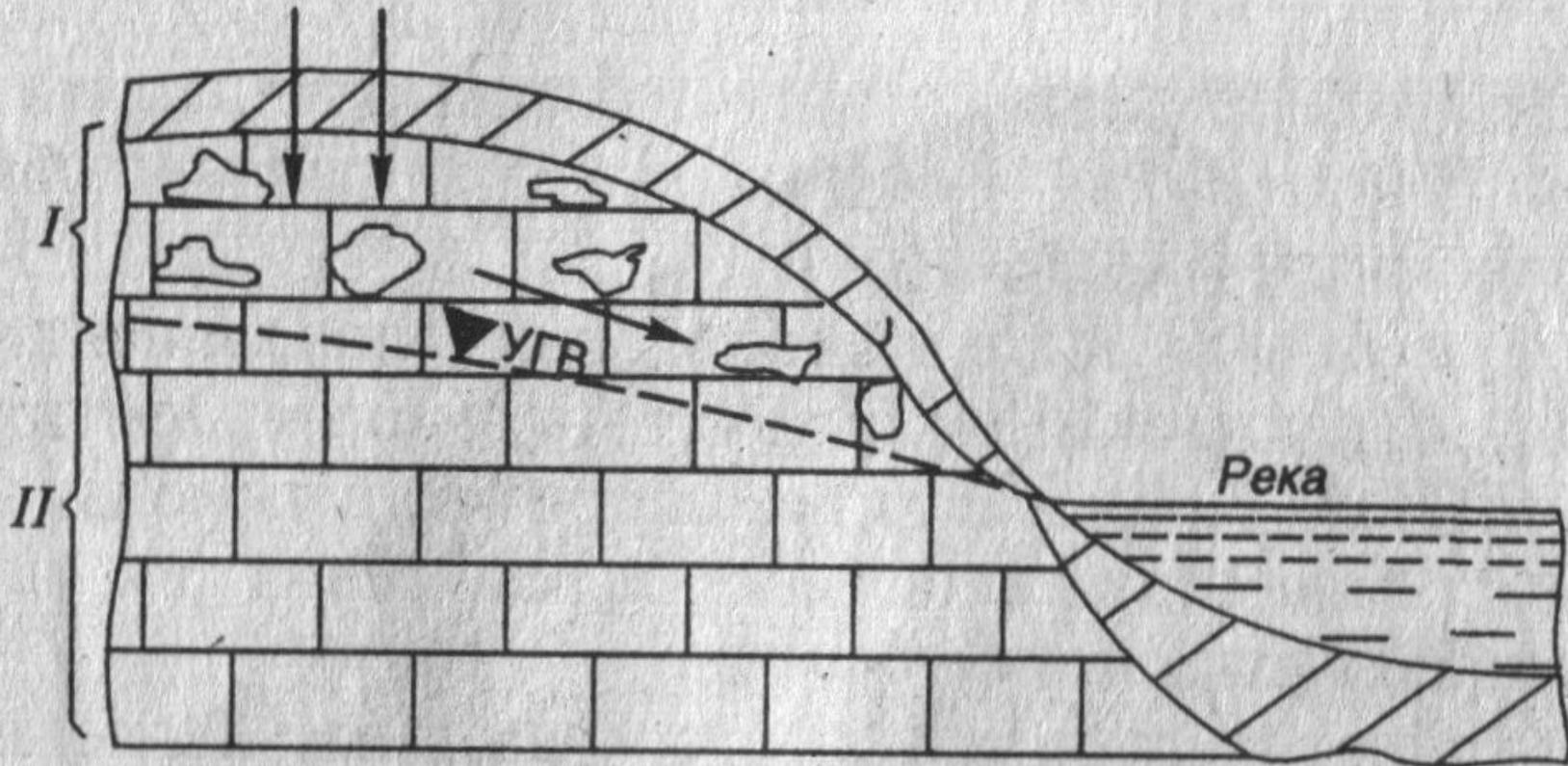
Борьба с заболачиванием

- Для борьбы с заболачиванием в инженерно-геологических целях применяют различные мероприятия, а также специальные конструктивные схемы строительства на заболоченных территориях:
- а) осушение болот путем создания систем дренажа территорий;
- б) создание насыпей под сооружения;
- в) создание песчаных или специальных дрен (заполненные дрены);
- г) замораживание;
- д) применение свайных оснований.

Карст – процесс растворения и выщелачивания поверхностными и подземными водами растворимых горных пород, который сопровождается образованием в них пустот, каналов, пещер.

Наиболее подвержены карстовым процессам *известняки, ангидриты, мергели, гипс, каменная соль (галит)* и другие водопроницаемые, трещиноватые горные породы.

Строение карстового массива



Р и с . 126. Зоны карстового массива в известняке:

I — зона развития карста; *II* — зона цементации; УГВ — уровень грунтовых вод

УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ КАРСТА

- -наличие пород, относительно легко растворимых в воде;
- - значительная проницаемость породы
- -присутствие движущейся в породе воды;
- -растворяющая способность воды

УСЛОВИЯ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС КАРСТООБРАЗОВАНИЯ

- Литологическое строение, состав и неоднородность карстующихся пород; структурно-текстурные особенности;
- Состав перекрывающего карстовый массив покрова, влияющего на поверхностный сток и инфильтрацию атмосферных осадков;
- Трещиноватость массива пород

КАРСТ

(по минеральному составу пород)

Карбонатный

(известняк,
мел, доломит,
мрамор)

Сульфатный

(гипс, ангидрит)

Соляной

(каменная
соль, калийные
соли)

ТИПЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА

1. По отношению к земной поверхности :

- открытый карст : карстующиеся породы лежат непосредственно на поверхности
- скрытый(покрытый) карст: карстующиеся породы перекрыты нерастворимыми водонепроницаемыми породами ; карстующиеся породы перекрыты нерастворимыми водопроницаемыми породами.

2. По отношению к уровню подземных вод :

- карстующиеся породы залегают в зоне аэрации;
- карстующиеся породы залегают в зоне постоянного водонасыщения;
- карстующиеся породы залегают в зонах аэрации и постоянного водонасыщения.

Формы поверхностного (открытого карста)

Карры- мелкие желоба (до 1-2 м).

Воронки – углубления различной формы диаметром 3-4 до 4-50 м , глубиной до десятков м.

Блюдца и западины представляют собой мелкие, небольшие **карстовые воронки**.



ПОВЕРХНОСТНЫЕ ФОРМЫ КАРСТА

Карстовое озеро



Карстовая воронка

Карстовое блюдце



поноры



Формы закрытого карста

Каверны – образуются при растворении пород по многочисленным трещинам.

Пещеры – подземные пустоты значительных размеров.

Гроты

Подземные формы карста



Входной колодец в пещеру Да Ченг, Китай

Воды образуют горизонтальные ходы и пещеры (самая крупная – Мамонтовая, в США, штат Кентукки, до 100 км., в Крыму – Чатыр-Даг, в России – Кунгурская пещера).

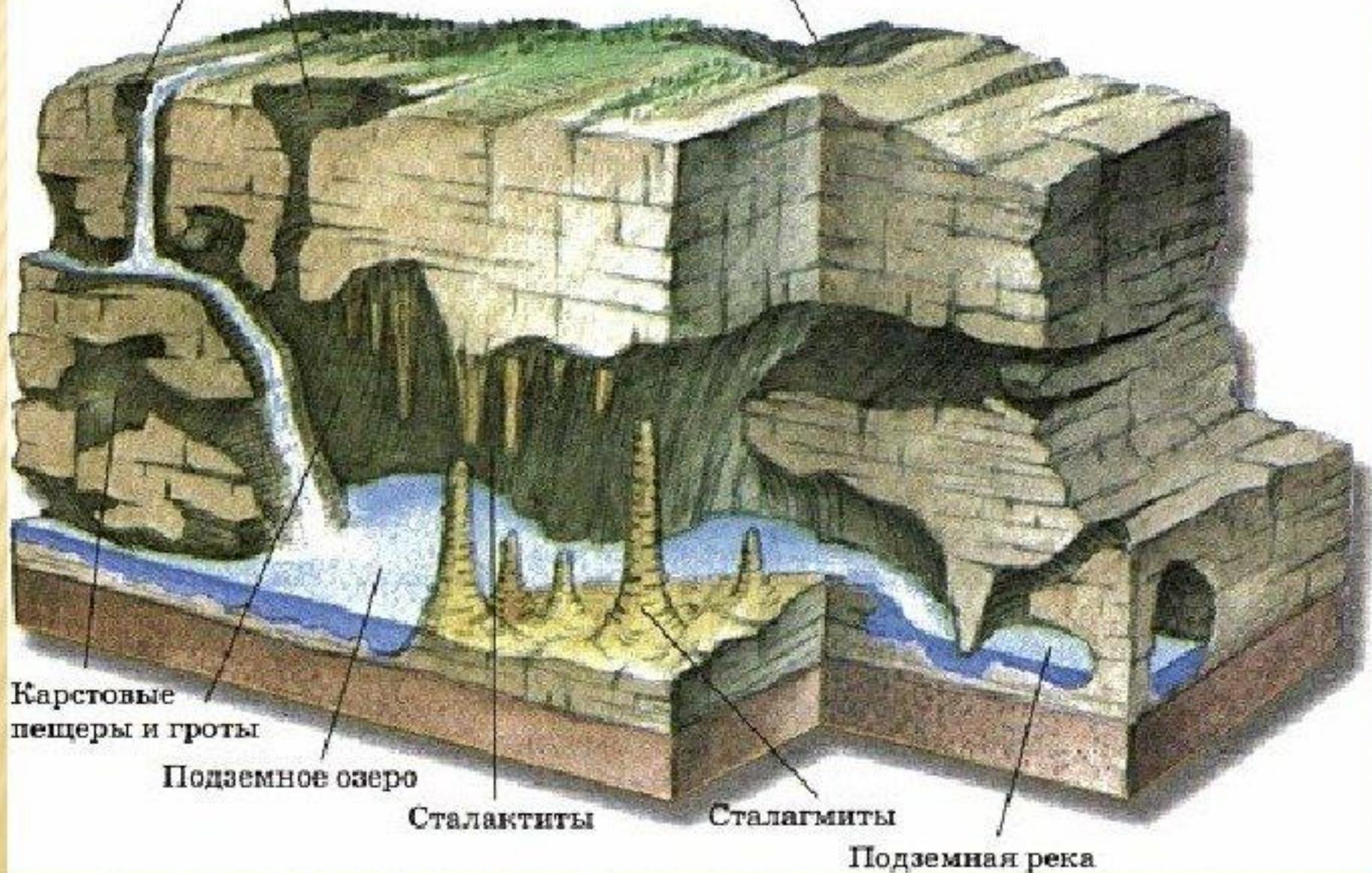
Пещеры – главные подземные формы карстового рельефа

Подземное карстовое озеро и грот. Капри, Италия



Карстовые
колодцы и пропасти

Карстовые
воронки



МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ КАРСТА

1. Организация стока поверхностных вод
2. Дренаж агрессивных подземных вод
3. Тампонирование карстовых полостей и трещин
4. Создание в кровле закарстованной толщи(или в основании вышележащих пород) искусственного слоя
5. Особые виды фундаментов

Просадочные явления (просадки)

Просадки – способность лессовых грунтов, состоящих из пылеватых частиц размером от 0,05 до 0,005 мм и характеризующихся высокой пористостью 45-52 %, уменьшаться в объеме без увеличения вертикального давления при совместном воздействии собственной массы и веса сооружения.

Причины возникновения:

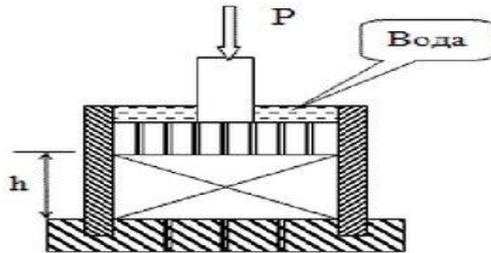
- искусственное замачивание,
 - оттаивание (термические просадки в мёрзлых грунтах),
 - динамические воздействия (вибрационные просадки).
- Величина проседания поверхности, вызванная просадкой грунтов, колеблется от долей см до 2 м.



Просадочные грунты

Характеристика просадочности лёссовых грунтов

Для определения просадки лёссового грунта в лабораторных условиях проводят компрессионные испытания. Образец лёссового грунта помещают в одометр, уплотняют давлением P_1 , а затем через пористый диск поршня выполняют замачивание водой.

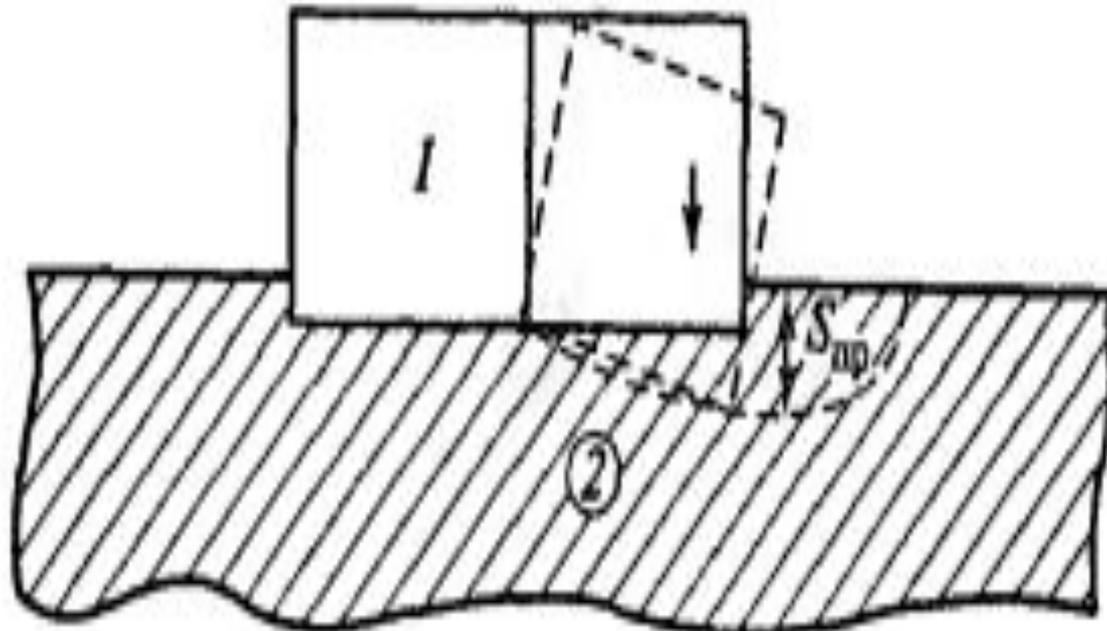


*1 — компрессионная кривая лёссового грунта до замачивания;
2 — то же, после замачивания водой.*

Основные характеристики: относительная просадочность;
начальное просадочное давление.

Определяется по формуле:

Р и с. 167. Деформация здания (схема) на лессовых породах в результате просадки:



1 — здание; 2 — лессовая порода;
 $S_{пр}$ — величина просадки

Основные водозащитные мероприятия:

вертикальная планировка территории строительства и организация поверхностного стока за счет устройства нагорно-ловчих каналов и поверхностных ливнеотводов открытого типа;

создание изоляционных покрытий, исключающих возможность инфильтрации поверхностных и технических вод в толщу лессовых пород и их замачивание в основании зданий и сооружений, а также в зоне, к ним прилегающей;

недопущение утечек воды из водонесущих коммуникаций.

Гравитационные процессы –

экзогенные геологические процессы обусловленные действием силы тяжести, которые наиболее активно развиваются на склонах, поэтому их часто называют склоновыми процессами.



Суть гравитационных процессов заключается:

- в разрушении горных пород, которое происходит главным образом в верхней части склона,
- перемещении разрушенного материала вниз по склону,
- накоплении массы горных пород в пониженных частях склона или у его подножия.

Горные породы, участвующие в гравитационных процессах, образуют отложения, которые называются *коллювием*.

Коллювиальные отложения состоят из разнообразных по составу и размеру обломков пород: глыб, щебня, песков, алевритов, глин. Для них характерны плохая сортированность материала, неясно выраженная слоистость и очень изменчивая мощность.



Оползни — это скользящее смещение масс горных пород вниз по склону по имеющейся или формирующейся поверхности скольжения под влиянием силы тяжести, при участии поверхностных и подземных вод, когда сдвигающие усилия превышают прочность горных пород в массиве.

Образуются они в различных породах в результате нарушения их равновесия или ослабления прочности.

Вызываются как **естественными**, так и **искусственными** (антропогенными) факторами.

К **естественным** относятся:

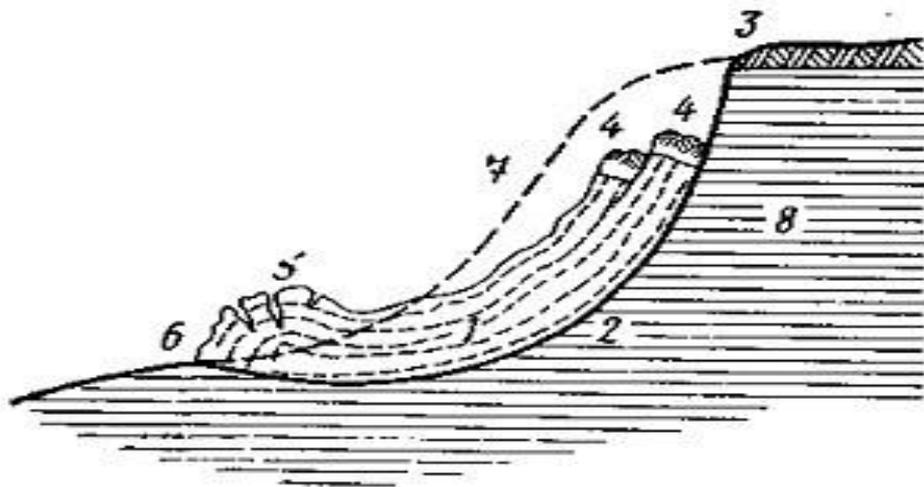
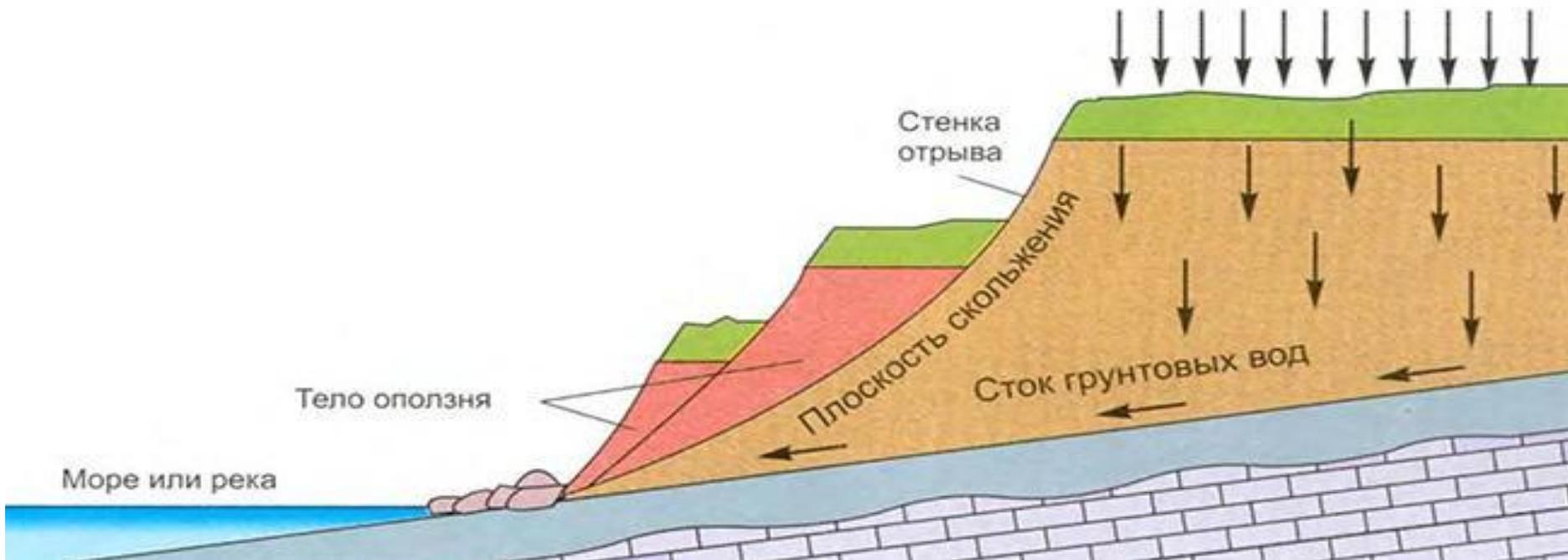
- особенности геологического строения склонов;
- состав, состояние и свойства пород;
- обводненность грунтов за счет поверхностных и подземных вод
- крутизна склонов;
- подмыв их оснований морскими и речными водами;
- сейсмические толчки.

Искусственными являются:

- интенсивное техногенное воздействие в результате строительства на склонах (пригрузка склонов);
- подрезка склонов;
- буровзрывные работы;
- обводнение за счет техногенных вод;
- вырубка леса и др



Строение оползневого массива



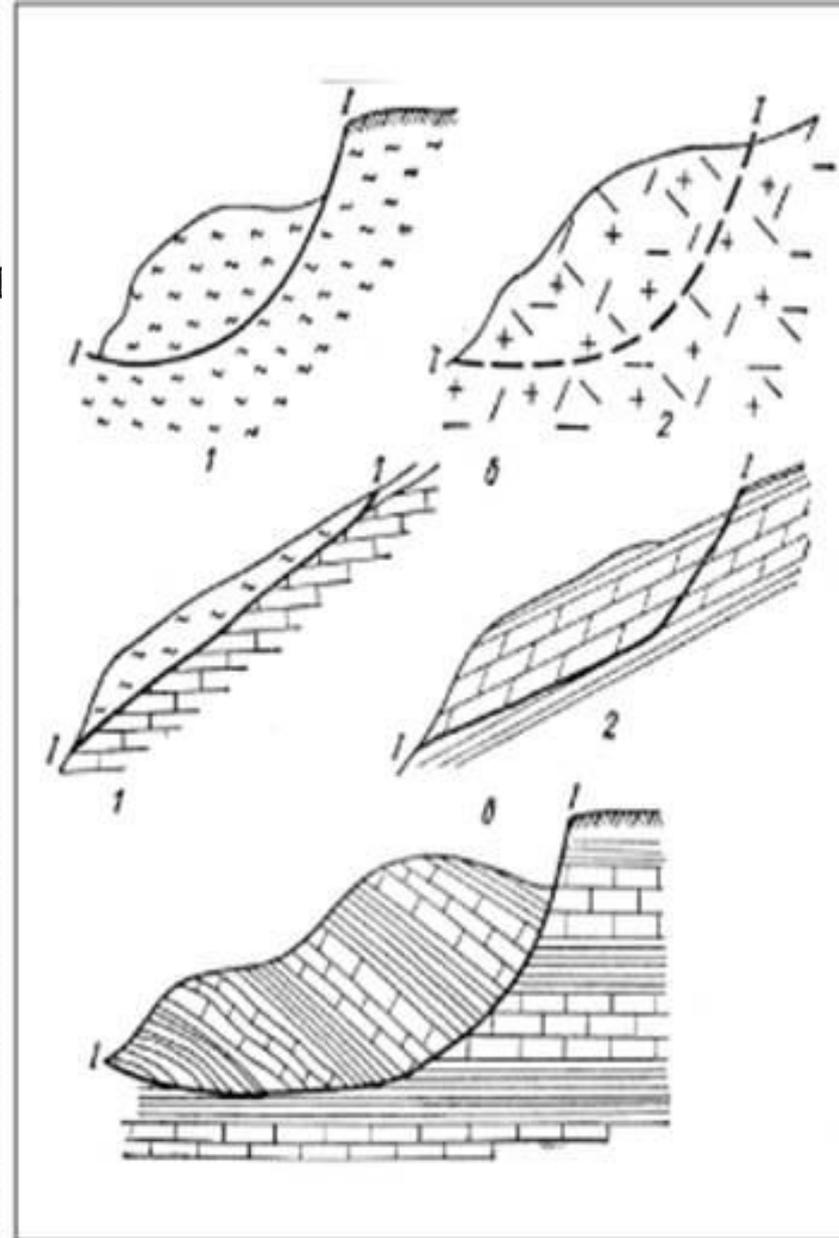
- 1 – тело оползня;
- 2 – поверхность скольжения;
- 3 – бровка срыва (тыловой шов);
- 4 – оползневые террасы;
- 5 – вал выпучивания с трещинами (бугор пучения);
- 6 – подошва оползня;
- 7 – положение склона до оползня;
- 8 – коренной массив пород

Классификация оползней Саваренского

Ф.П. по ориентировке поверхности

скольжения:

- **Асеквентные**- перемещение по цилиндрическим поверхностям скольжения в однородной, неслоистой подстилающей породе
- **Консеквентные**- перемещение по имеющимся поверхностям с падением в сторону откоса
- **Инсеквентные**- перемещение, при котором поверхность скольжения частично (в основном в верхней зоне) проходит поперек геологических структур



Тип	Подтип	Механизм формирования	Геологические условия	Морфологические признаки
Оползни скольжения (сдвига)	Инсеквентные (срезающие)	Смещение блоков горных пород с поворотом вокруг некоторой оси вращения, пересекая геологические слои, иногда наследуя системы тектонических трещин.	Образуются на склонах однородного или неоднородного (слоистого и пр.) сложения с пологим или обратным падению склона залеганием слоев.	<i>Форма в плане</i> циркообразная или фронтальная. <i>Поверхность скольжения</i> близка к дуге окружности – круглоцилиндрическая.
	Консеквентные (соскальзывающие)	Смещение массива или блоков пород по поверхностям ослабления (плоскостям напластования, слабыми прослойками, контакту с коренными породами, разломам, древним смещениям и т.п.).	Образуются на склонах неоднородного (слоистого и пр.) сложения, где слои ориентированы по направлению падения склона.	<i>Форма в плане</i> циркообразная или фронтальная. <i>Поверхность скольжения</i> плоская или полигональная.
Оползни течения (вязкопластические)	Сплывы Оплывины	Смещение в виде вязкого или вязкопластического течения (с полной или частичной потерей структурных связей в грунтах).	Образуются на склонах в переувлажненных слабоуплотненных глинистых грунтах.	<i>Форма в плане</i> округлая с нечетким контуром. <i>Поверхность скольжения</i> различная
	Оползни-потоки		Развиваются по ложбинам стока.	<i>Форма в плане</i> потоковая, вытянутая вдоль понижений рельефа. <i>Поверхность скольжения</i> различная.

Меры борьбы с оползнями

Пассивная борьба включает мероприятия профилактического порядка, запрещающие те или иные действия.

Так запрещается:

- подрезка оползневых склонов;
- строительство на склонах и около их бровок;
- производство взрывных и горных работ вблизи оползневой зоны;
- быстрое движение транспорта в оползневой зоне;
- уничтожение растительности на склонах;
- полив земельных участков и сброс на оползневые склоны поверхностных и подземных вод.

Активные меры – это устойчиво-инженерные сооружения и специальные меры по закреплению пород оползневого склона или откоса выемки.

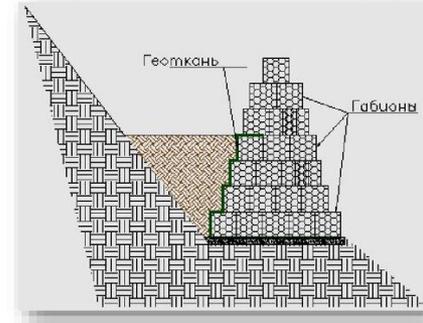
Эти меры разделяются на 4 группы:

- борьба с процессами, вызывающими оползни;
- удержание сползающих земляных масс;
- увеличение сопротивления пород сдвигающему усилию;
- съём оползневых масс до устойчивых пород.

УДЕРЖАНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО МАССИВА

1. Подпорные стены и габионы

- Еще одним активным методом **геозащиты** являются подпорные стены — разнообразные инженерные сооружения, выполняющие задачу удержания оползневого массива.
- **Габионные конструкции** используются при незначительных объемах оползневого тела. Они экономически выгодны при возможности доставки камня с ближайших карьеров. Сооружения сохраняют свои свойства при больших деформациях до разрыва сетки.

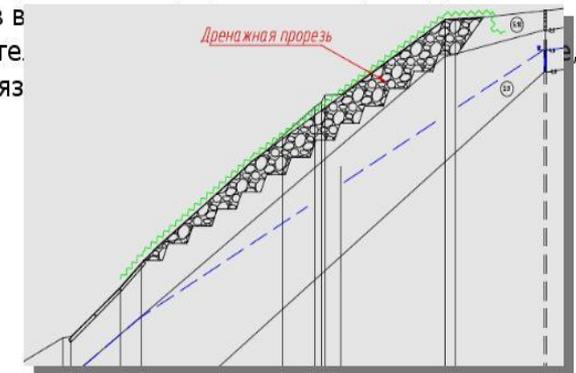


Габионное сооружение

2. Уположение и/или рассечение оползневого массива на блоки

- Перераспределение грунтовых масс на оползневом массиве с целью **уположения** и повышения устойчивости является весьма действенным методом, но требует значительных затрат, и не всегда возможно из-за наличия построек и других наземных объектов.
- Оптимальным средством стабилизации оползневого массива в таких случаях является устройство восходящих дренажных прорезей или дренирующих контрфорсов в оползневое тело, чем выше связь

Схема
рассекающих
прорезей -
разрез



В практике в качестве основных

противооползневых мероприятий

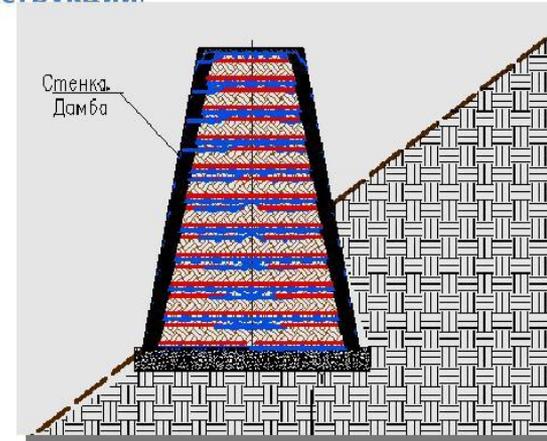
применяются:

1. организация стока поверхностных вод в зоне оползней и прилегающих к ней территорий;
2. дренирование подземных вод путем сооружения различных дренажных систем;
3. уменьшение внешних нагрузок;
4. уполоаживание откосов и пригрузка их с помощью контрбанкетов;
5. ограждение откосов и защита их от подмыва и размыва проточными водами рек или волнами морей, водохранилищ;
6. зеленые насаждения по верху откоса и оползневом откосе;
7. искусственное закрепление масс оползневого тела;
8. искусственные сооружения для удержания грунтовых масс.

Такие мероприятия осуществляются:

1. с помощью вертикальной планировки и производства земляных работ;
2. путем устройства дренажных сетей;
3. применением агролесомелиоративных мер;
4. с применением подпорных стен, свай

- На слабых основаниях предпочтительнее применять гибкие системы типа **габионов** или **армогрунтовых** и **комбинированных конструкций**.



Пример армогрунтовой стенки

3. Искусственное изменение (модификация) свойств грунта

- Для стабилизации массива нередко используются пропитки грунта полимерными (акрил и т.п.), силикатными (жидкое стекло), битумными и другими составами.
- Грунтовые откосы могут закрепляться **геосинтетиками**. Эти современные материалы изменяют сдвиговые характеристики грунта, формирующего откос, за счет внедрения в грунт специальных тканей, **грешеток** и сеток). Стабилизирующий эффект дает послойное армирование грунта в откосе. При применении нетканых **геотканей** типа **Дорнит** происходит также эффективный вывод влаги из массива на поверхность за счет капиллярного эффекта (**фитиль**).

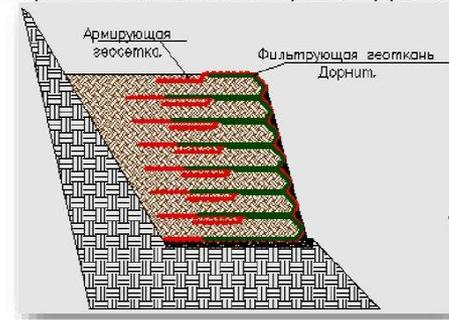


Схема укрепления / стабилизации откоса геосинтетиками



Разновидностью оползней являются снежные лавины. Они представляют собой смесь кристаллов снега и воздуха. Крупные лавины возникают на склонах 26-60°. Они способны наносить большой ущерб, с гибелью людей.

Лавины - обрушения больших масс снега с крутых склонов гор, где они постоянно накапливаются из-за перегрузки в результате длительного снегопада, резкого изменения температуры (оттепели), разрыхления снега в нижней части склона, порыва ветра, звуковых колебаний, землетрясений.

Меры борьбы

- террасирование склонов;
- устройство подпорных стен, дамб;
- периодическое обрушение снежных масс;
- организация мониторинга.

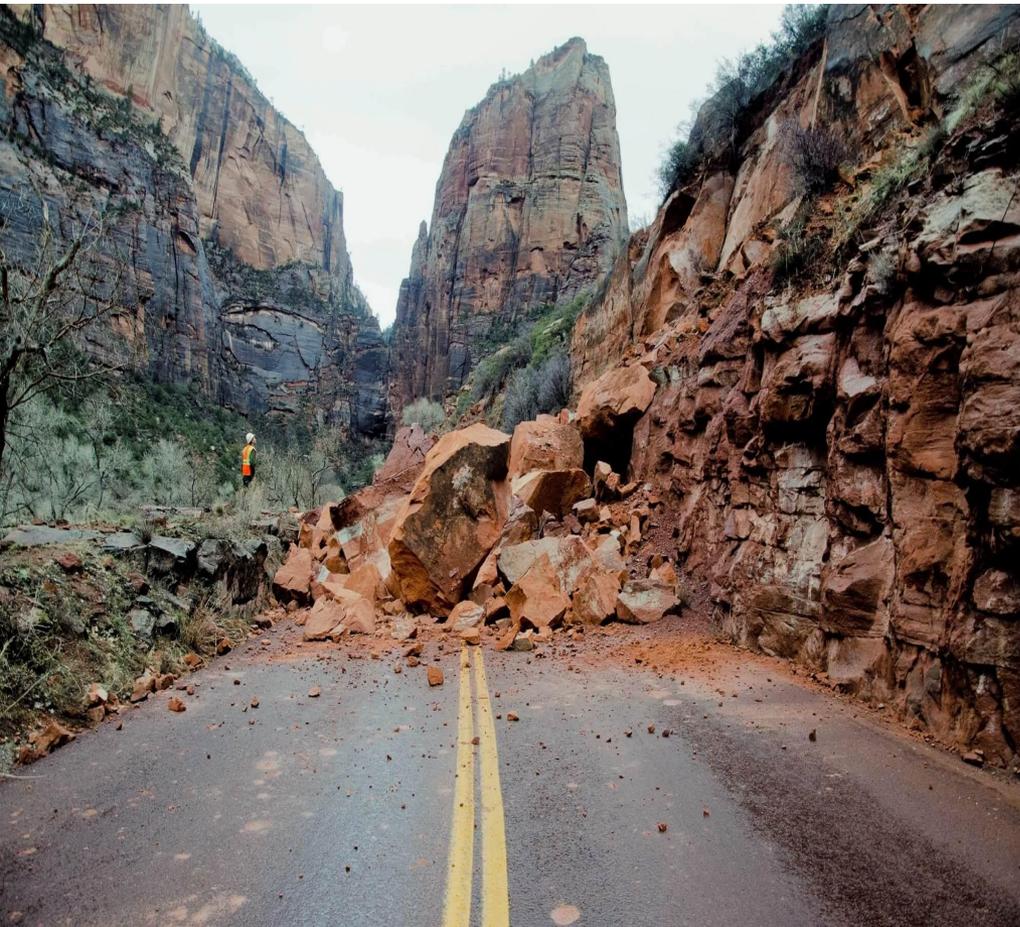


Обвал — отрыв и падение масс горных пород вниз со склонов гор под действием силы тяжести, с опрокидыванием и дроблением.

Обвалы возникают на склонах речных берегов и долин, в горах, на берегах морей.

Причины возникновения обвалов:

- большая крутизна склонов (более $50-80^\circ$);
- высокая трещиноватость пород;
- изменение пород под влиянием процессов выветривания;
- сейсмические явления.



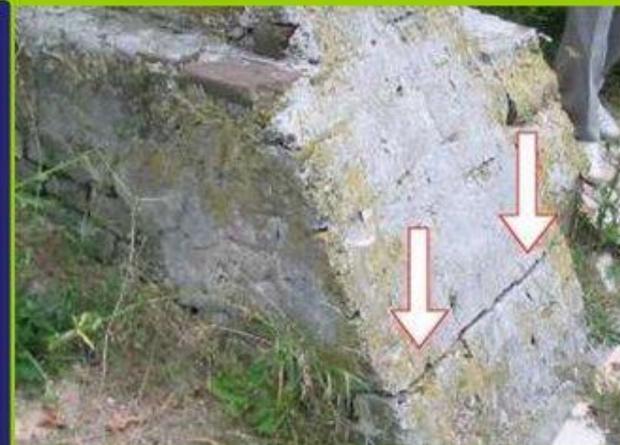
Меры борьбы с обвалами

Профилактические:

1. Выравнивание склонов
2. Обрушение склонов
3. Уборка опасных глыб
4. Дренаж склонов

Конструктивные:

1. Защитные стенки
2. Дамбы
3. Контрфорсы
4. Защитные галереи
5. Укрепление склонов



Контрфорс (от фр.*contre force* — «противодействующая сила») — вертикальная конструкция, представляющая собой выступающую часть стены, вертикальное ребро, либо отдельно стоящую опору, предназначенную для усиления стены. Внешняя поверхность контрфорса может быть вертикальной, ступенчатой или непрерывно наклонной, увеличивающейся в сечении к основанию.

Осыпи – смещение вниз со склонов горных пород,
измененных до состояния щебенки

Причины возникновения осыпей:

- состав и прочность горных пород;
- интенсивность процессов выветривания;
- крутизна склонов.

Меры борьбы с осыпями

Профилактические:

1. Планировка склонов
2. Расчистка склонов
3. Организация дренажа и др.

Конструктивные:

1. Закрепление склонов
2. Защитные и подпорные стенки и т.п.



Галерея для защиты дороги от осыпи, начало 1900-х (Ананьев, Потапов, 2000)

* Определение

* **КРИОГЕННЫЙ РЕЛЬЕФ (МЕРЗЛОТНЫЙ РЕЛЬЕФ)** - комплекс форм рельефа, характерный для областей развития многолетнемерзлых пород.



КРИОЛИТОЗОНА – зона вечной мерзлоты, в которой горные породы длительное время находятся в промерзшем состоянии.

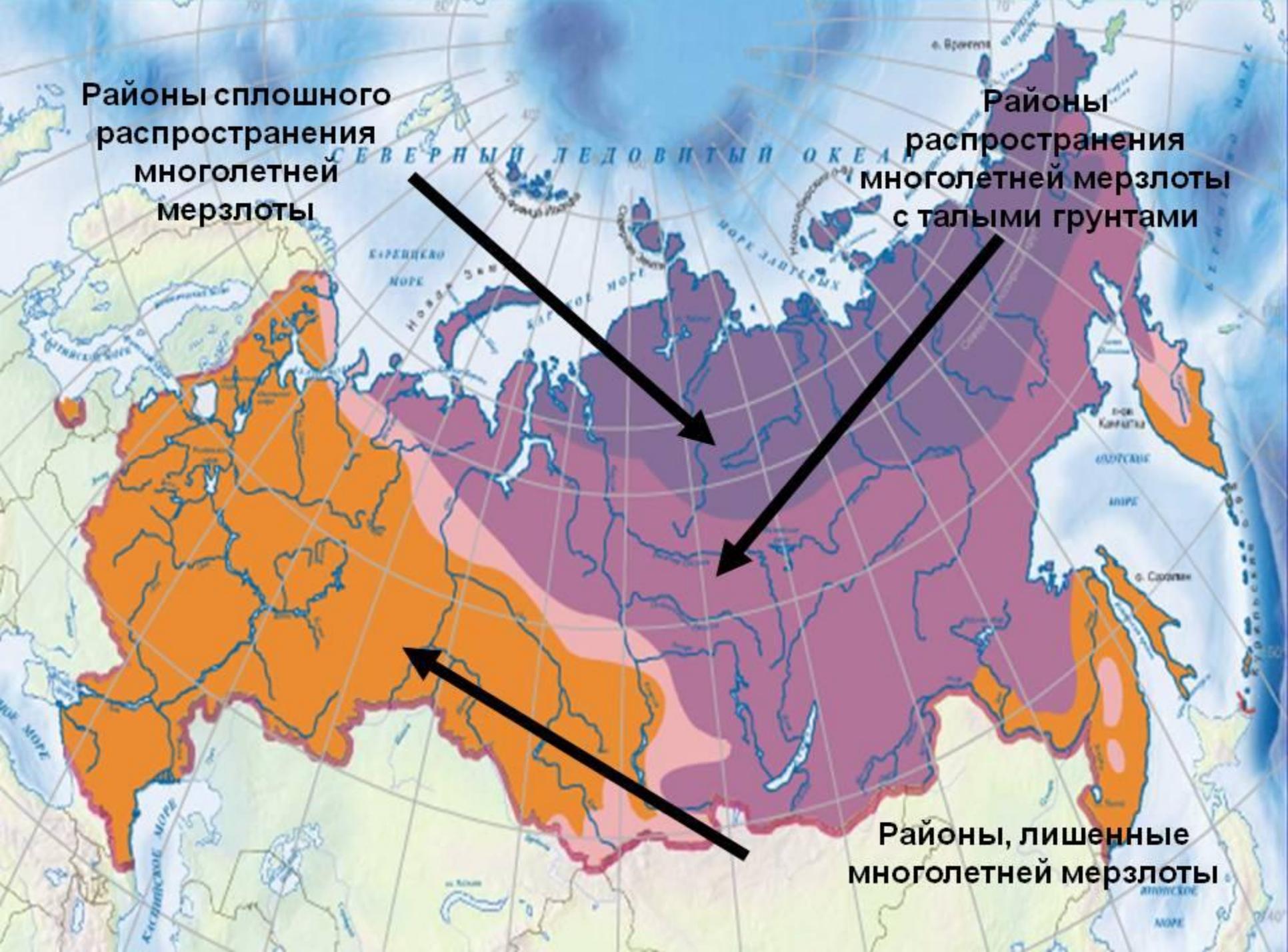
Различают
сезонную и многолетнюю мерзлоту.



Районы сплошного распространения многолетней мерзлоты

Районы распространения многолетней мерзлоты с тальми грунтами

Районы, лишенные многолетней мерзлоты



Процессы, обусловленные промерзанием и оттаиванием горных пород

*** Криогенные процессы**

- *1) Пучение и наледообразование**
 - *2) Криогенное выветривание, морозная сортировка, криогенный крип, солифлюкция**
 - *3) Морозобойное растрескивание**
 - *4) Термокарст**
- * В формировании криогенных форм рельефа участвует не один а сразу несколько криогенных процессов**
- * Интенсивность и характер криогенных процессов зависит от зональности климатических условий и региональных факторов - геологического строения, соотношение денудации и аккумуляции.**

Термокарст – процесс вытаивания подземного льда, содержащегося в рыхлых горных породах, сопровождающийся местным проседанием поверхности почвы и образованием отрицательных форм рельефа.



Алласы. Образуются при вытаивании подземных льдов и усадке грунта и горных пород. После того как растопились жильные льды, а потом озерцо осушилось, то возникают просадки с луговой растительностью в пониженных местах. Иногда низина остается заболоченной.



Тумпы.

Кигиляхи.

Высокие
скальные столбы
причудливой
формы,
образованные в
результате
криогенного
выветривания.



***Каменные россыпи
и каменные моря
(курумы).*** подвижные
скопления дресвяно-
щебнисто-глыбового
материала на склонах
различной крутизны,
сложенные
преимущественно
скальными породами.

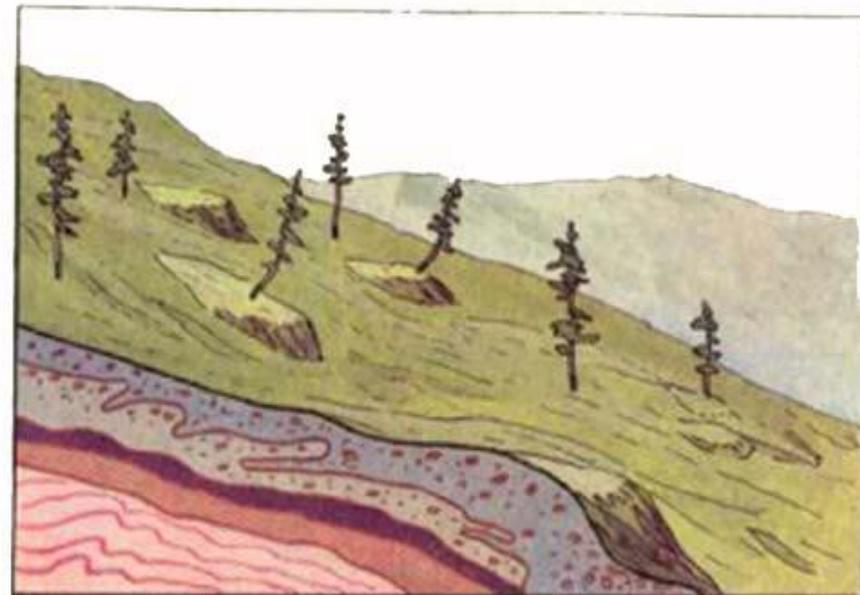


Морозное выветривание

- **Нагорные террасы.** Террасовидные, полого наклонные площадки развитые на склонах гор высоких полярных и субполярных широт в областях резко континентального климата и многомерзлых грунтов. От солифлюкционных террас отличаются тем, что они выработаны в коренных породах склонов гор, площадки режут склоны под одну плоскость, не считаясь со структурой и условиями залегания элементов. Превышения нагорных террас составляет от 5-30 м, ширина 5-10м, длинна несколько сотен метров, слабый наклон 3-5 градусов, оканчивается крутым обрывом, крутизна уступа 30-40 градусов.



- **Солифлюкция** – медленное, пластичное течение переувлажненного грунта при оттаивании по мерзлой породе со склонов крутизной от 3 до 30 градусов. В областях вечной мерзлоты является доминирующим типом денудации.
- Для развития солифлюкции необходим ряд условий:
 - 1) Преобладание в рыхлых поверхностных образованиях мелкозема глинистого и суглинистого состава с большой водоудерживающей способностью;
 - 2) Определенная крутизна склонов (от 3° до 30°);
 - 3) Высокая увлажненность мелкоземистого материала.
- *Солифлюкционные потоки.* Часто оформляются в индивидуализированные потоки пльвунного мелкозема сезонно-оттаивающего грунта. Начинаются на склоне пологой неглубокой ложбиной, а заканчиваются дугообразным фронтальным уступом. Образуя солифлюкционные натечные террасы.



Гидролакколиты (булгуняхы, пинго). Многолетние бугры пучения с ледяным ядром, у которых изливание воды на дневную поверхность не происходит. размеры от 40 до 70 м в высоту, 150-200 м в диаметре. Существование очень долгое: рост десятки сотни лет и разрушение происходит также медленно. Округлые или овальные по форме с крутыми склонами 40-50 градусов, с слегка приплюснутой вершиной, иногда ассиметричные.



Чаще всего гидролакколиты приурочены к низменным заболоченным пространствам, занимая днища озерных котловин со спущенными или заполненные торфом озера.

Бугры грунтовых наледей.

Не всегда при начавшемся промерзании грунта напорные воды находят выход на дневную поверхность. Часто они приподнимают и вспучивают в виде бугра верхний мерзлый слой почвы и грунта. Рост продолжается до тех пор пока сопротивление приподнятых слоев не уравнивает напор воды. Чаще всего на вершине бугра образуется трещина и оттуда вырывается фонтан воды. С наступлением весны наледные бугры тают.



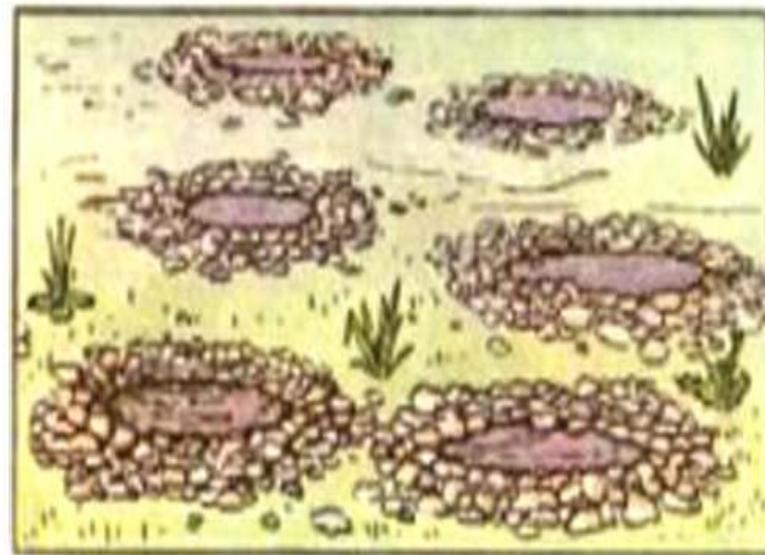
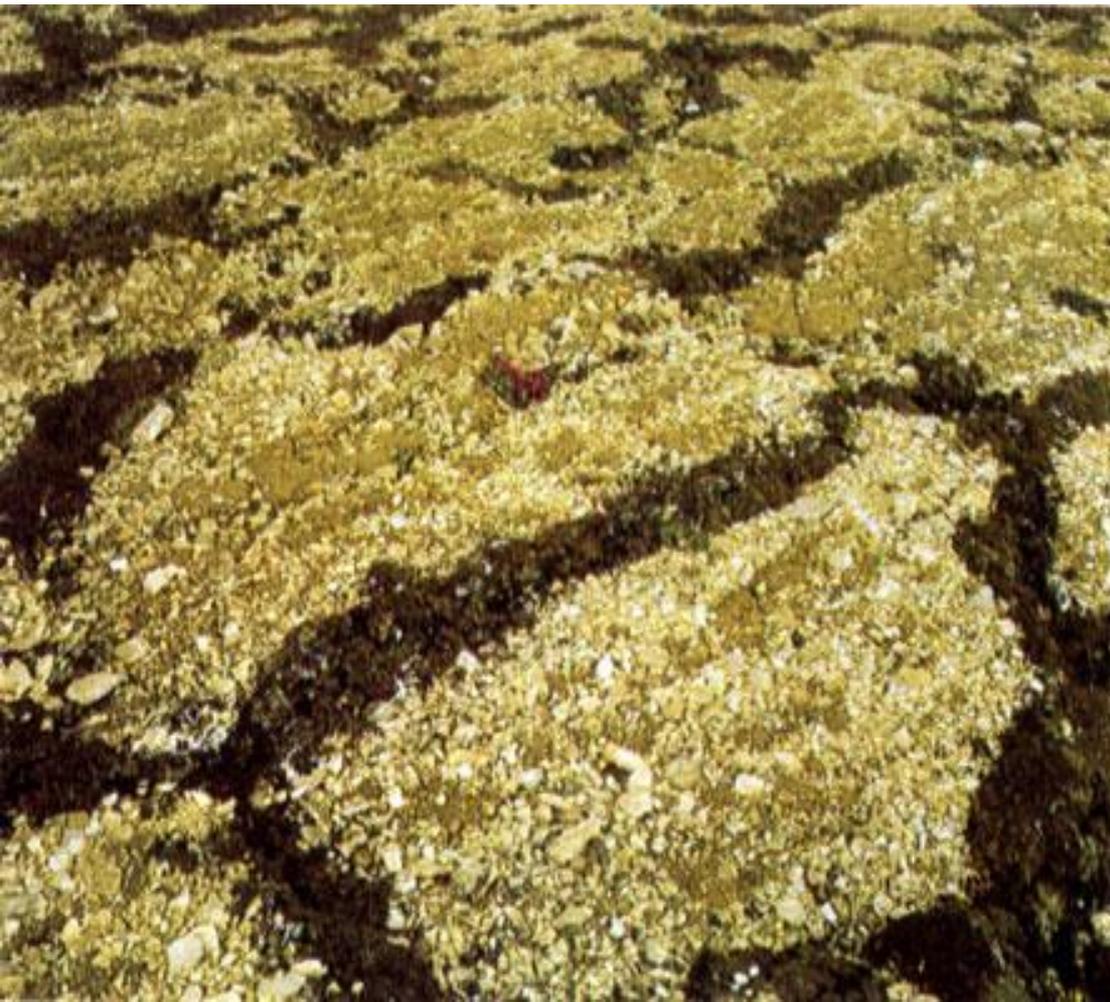
Наледи и формы пучения

- Наледи. слоистые ледяные массивы на поверхности земли, льда или инженерных сооружений, образующиеся при замерзании периодически разливающихся (осаждающихся) природных или техногенных вод.



Формы, связанные с морозной сортировкой грунта

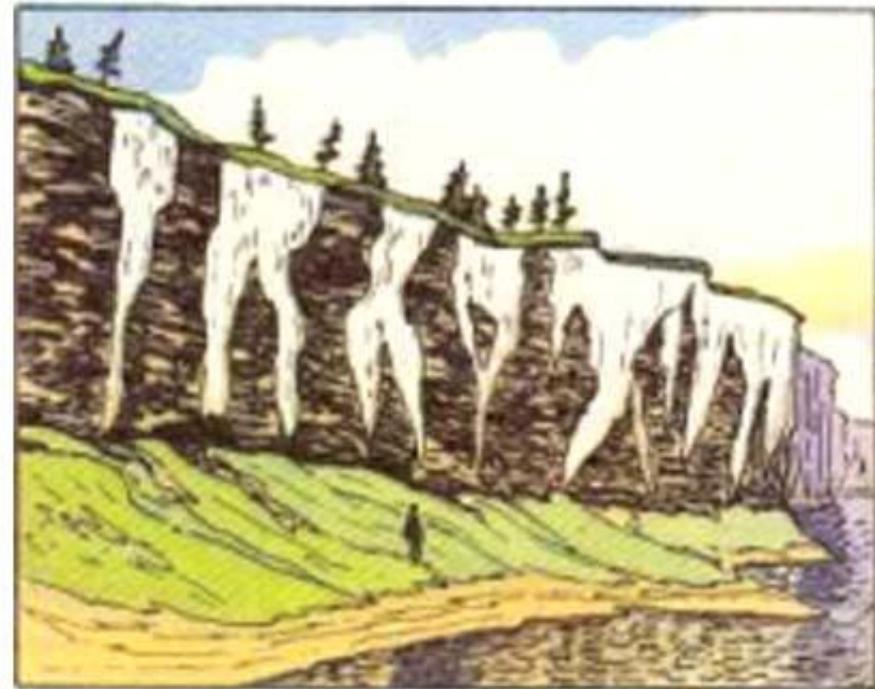
- *Каменные кольца и многоугольники*, тип мерзлотного микрорельефа в виде колец или полигонов, сложенных в центр.
- Если мелкоземлистые пятна с камнями расположены на некотором расстоянии друг от друга то они называются *каменными кольцами или каменными венцами*.



они соприкасаются своими бордюрами и образуют сеть каменных многоугольников.

Валиковые вогнутые полигоны с ледяными клиньями

- Трещины закладываются в деятельном слое и проникают постепенно в слой многолетнемерзлого грунта на 2-4м ниже деятельного слоя. Весной эти трещины заполняются талой водой которая потом замерзает и образует жильный лед или клинья.
- Образуюсь трещины начинают раздвигать породу и выжимает породу в верх образуя валики, высота которых колеблется от 0.2м до 0.75м.
- Возникающая благодаря валикам вогнутая поверхность полигонов и присутствие на ней многолетней мерзлоты и часто глинистый характер пород обуславливает скопление на данной поверхности в летнее время воды, что способствует заболачиванию.



Процессы, связанные с морозобойными трещинами

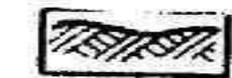
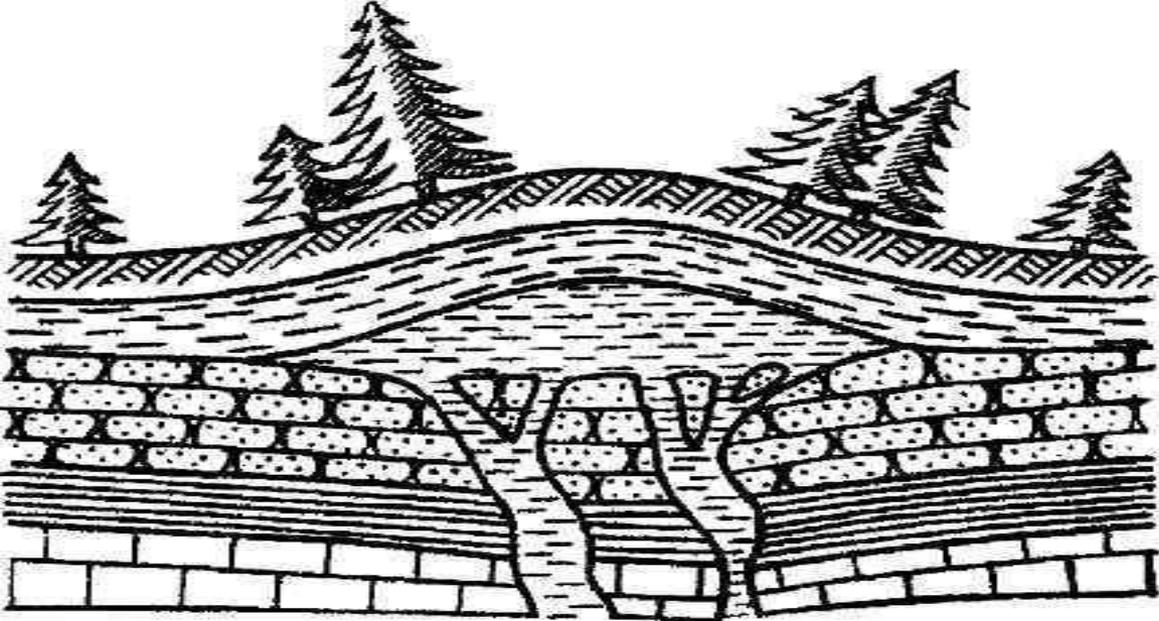
- **Морозобойные трещины** возникают там, где в зимнее время устанавливается антициклональный режим погоды, с малым количеством осадков, большой ясностью неба и в силу этого большим выхолаживанием поверхности путем ночного интенсивного излучения. Иногда отсутствует снежный покров, поэтому грунт может промерзнуть на большую глубину. К этому следует добавить отсутствие оттепелей. Ветер легко его переносит снег в понижения.

Полигоны морозного растрескивания развиваются в том случае, если морозобойные трещины не проникают глубже сезоннопромерзающего грунта. Таким образом они могут возникать даже там где нет многолетней мерзлоты.

Морозобойные трещины образуют сеть, ячейки которых имеют вид прямоугольников или многоугольников.



Арктика-2007. 26 рейс ПЭГ Академик Федоров. Архипелаг Земля Франца Иосифа. Остров Ламон. Морозобойные трещины в элювии.



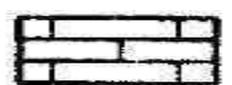
Почва



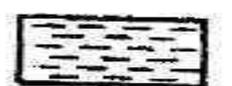
Глина



Песчаники



Известняки



Лёд

• **Булгуннях, или бугор пучения** . В районах многолетней мерзлоты замерзающая среди рыхлых пород вода деформирует грунт, создает положительную форму рельефа - бугор пучения.



Мероприятия по борьбе с мерзлотными процессами и явлениями

Освоение территорий многолетней мерзлоты возможно, с применением специальных технических указаний, для данного вида местности.

Например, Ведомственные строительные нормы.

ВСН 204-88 Специальные нормы и технические условия на проектирование и строительство автомобильных дорог на полуострове Ямал.

В данных нормах указаны возможная специфика работы на мерзлотных территориях, действия на разных криогенных процессах, для безопасного строительства и освоения трудной территории.

Для борьбы с ***наледями*** применяют комплексные методы защиты, а именно:

- сооружения для свободного пропуска наледей через зону защищаемого сооружения;
- спрямление и углубление русла;
- перехват и отвод подземных вод с помощью дренажных систем;
- устройство мерзлотных поясов, состоящих из комбинации канавы и противоналедного вала выше наледи.

Строительными нормами и правилами при проектировании инженерной защиты от ***термокарста*** предусматривается:

- 1) сохранение почвенно-растительного покрова;
- 2) отсыпка застраиваемой территории песчаным и гравийно-песчаным грунтом (это основной способ защиты);
- 3) укладка на поверхности земли теплоизоляционных покрытий;
- 4) регулирование стока поверхностных вод.

Солифлюкция наносит значительный вред дорогам, коммуникациям, малозаглубленным опорам и т. д.

Меры борьбы: - осушение сезонноталого слоя;

- посадка кустарников для укрепления склонов;
- устройство подпорных стен и др.