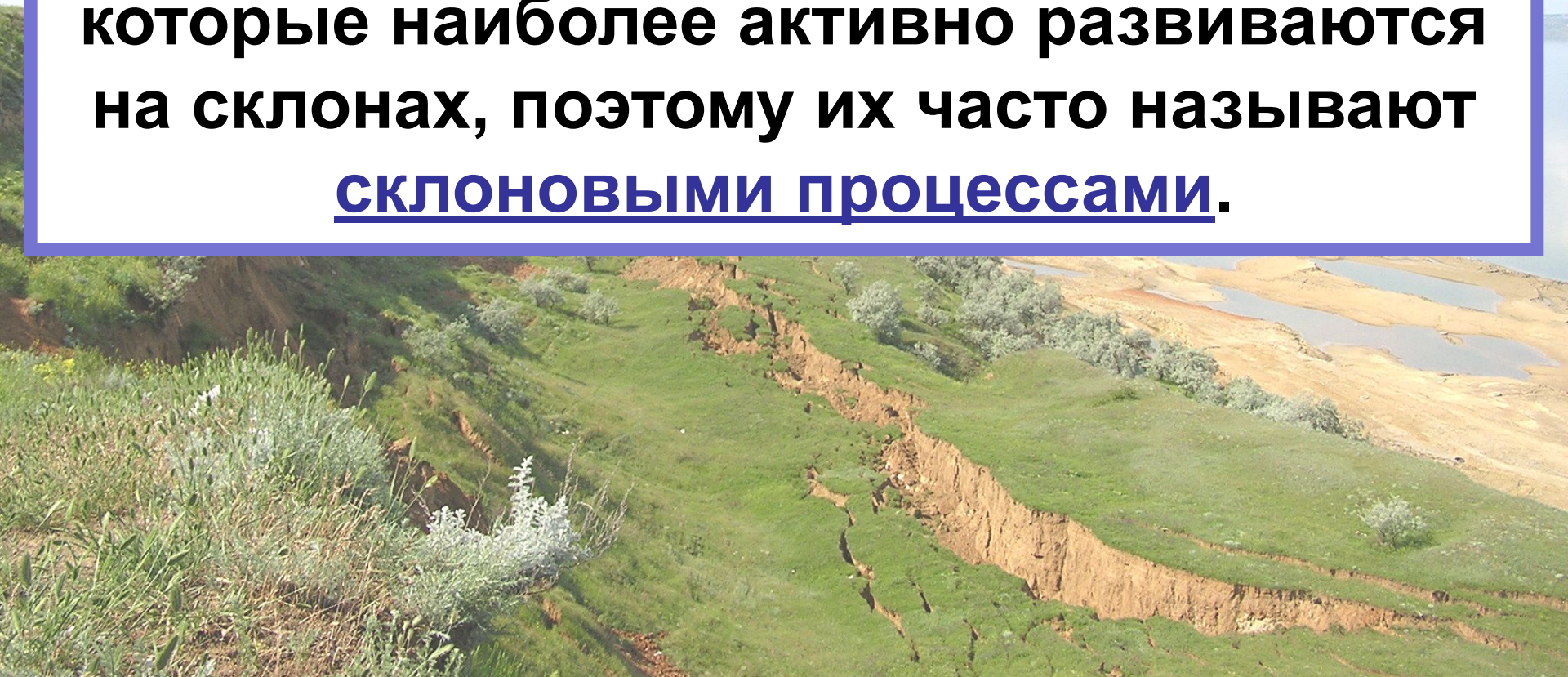
The background of the slide is a photograph of a rugged, rocky landscape. In the foreground, there is a stone archway, possibly part of an ancient structure or bridge, built from large, irregular stones. The archway is dark, suggesting it is a shadowed opening. The surrounding terrain is rocky and uneven, with some sparse vegetation. The sky is a clear, light blue. The entire scene is framed by a dark blue border.

Гравитационные процессы

Гравитационные процессы –

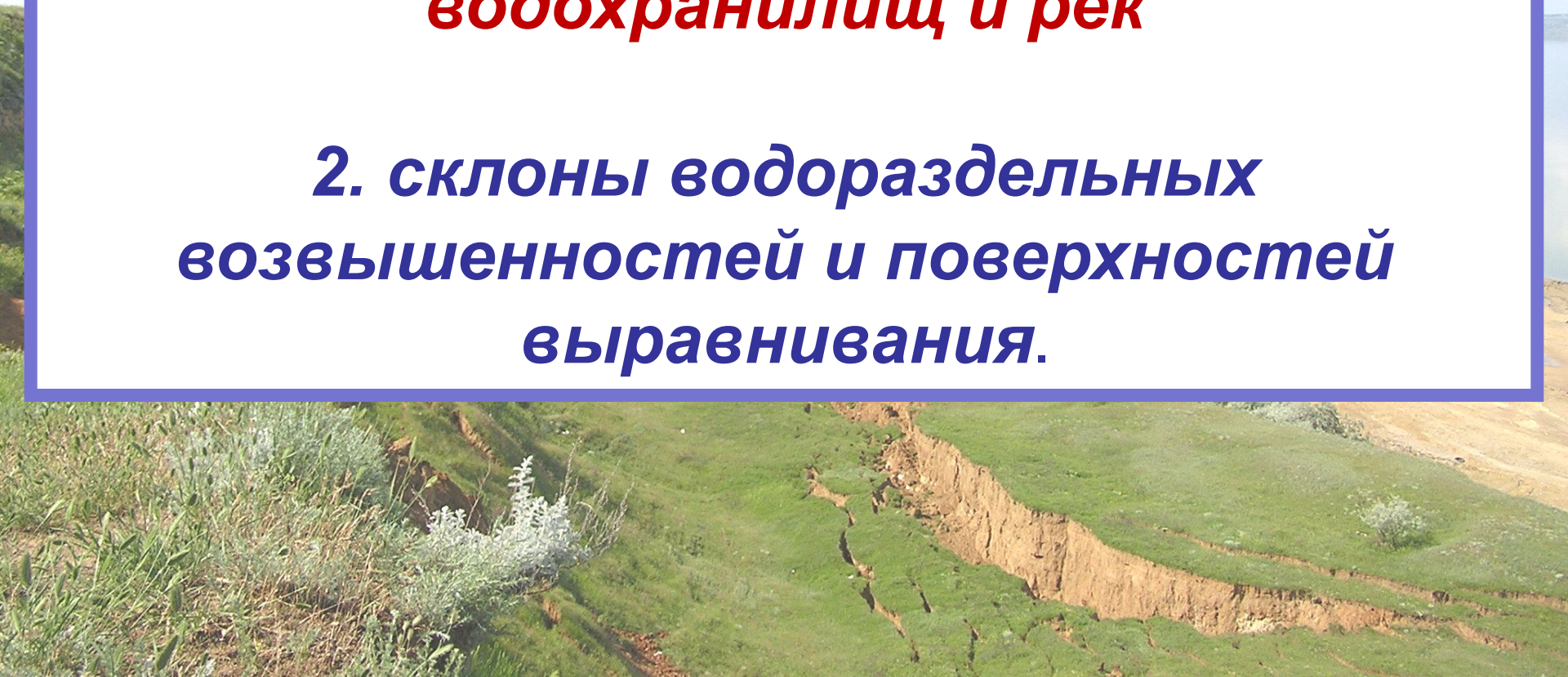
экзогенные геологические процессы обусловленные действием силы тяжести, которые наиболее активно развиваются на склонах, поэтому их часто называют склоновыми процессами.



Все склоны разделяются на две большие группы:

1. береговые склоны морей, озер, водохранилищ и рек

2. склоны водораздельных возвышенностей и поверхностей выравнивания.



Природные факторы развития гравитационных процессов

- **Географические причины** - горно-складчатые области
- **Геоморфологические причины** - ВЫСОКИЙ И крутой склон



Природные факторы развития гравитационных процессов

- **Геологические причины** – развитие прочных скальных пород
- **Литологические и петрофизические** причины (повышенная трещиноватость пород, структурно-текстурные особенности)
- **Структурные особенности и тектоническая активность** территории

Антропогенные факторы формирования гравитационных процессов

1. Активизация выветривания
2. Подрезка склонов
3. Взрывы
4. Животноводческая и другая с/х деятельность

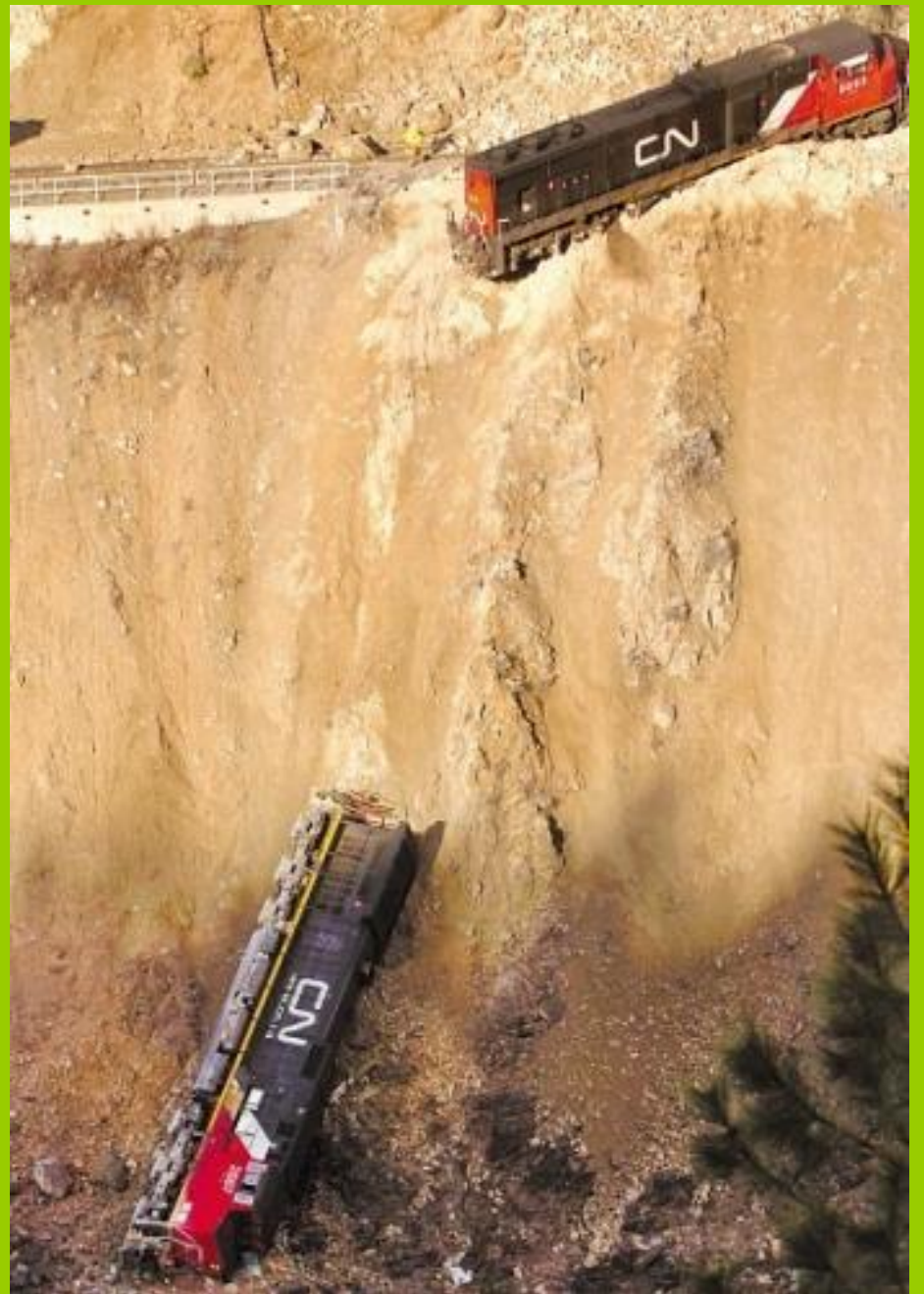


Антропогенные факторы формирования гравитационных процессов

5. Техногенная нагрузка на склоны
6. Прокладка подземных коммуникаций
7. Эксплуатация подземных вод
8. Горно-добывающая деятельность
9. Утечки систем водоснабжения и канализации

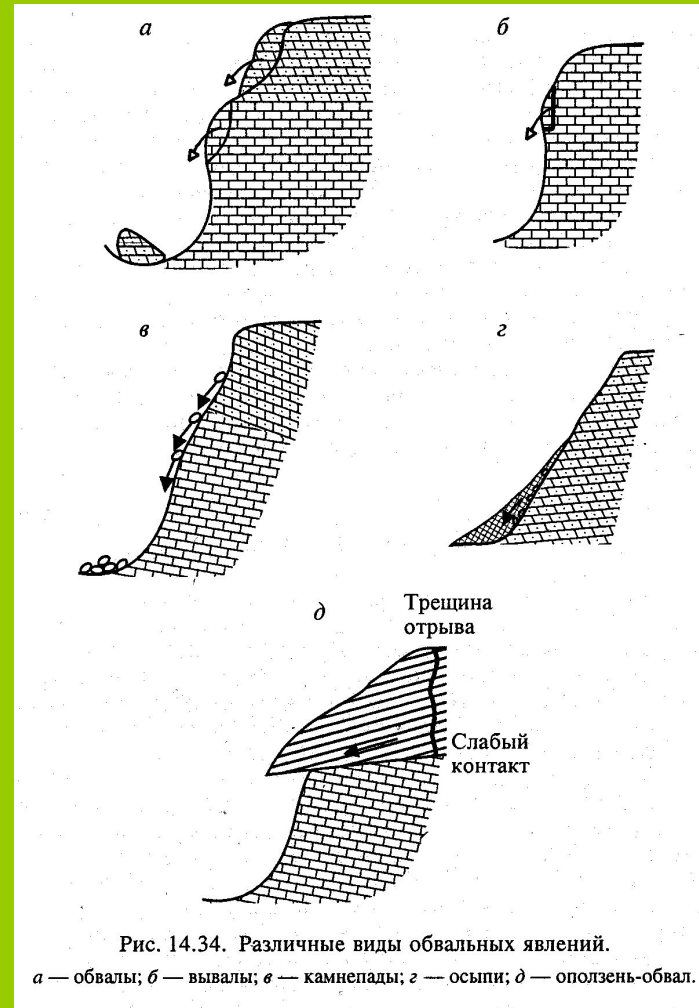


1. Обвалы



Обвал

отделение (отрыв) от массива крупного блока пород на склоне, его обрушение и скатывание в виде глыбово-щебнистой массы, которая большую часть своего пути проделывает по воздуху, т.е. без контакта со склоном.



Классификации обвалов

По объему:

1. Грандиозные ($V=50-100$ млн.м³)
2. Крупные (1-50)
3. Средние (0,1-1)
4. Мелкие ($<0,1$)

По характеру (механизму):

5. Обвалы
6. Оползни-обвалы
7. Осовы (ступенчатое смещение и оседание увлажненной осыпи)



Усойский обвал (завал) и образование озера Сарез, Памир, 1916



Обвал в Кармадонском ущелье, 2002



Обвал склона над дорогой, Тибет



Обвал на дороге Турции





**Обвал, заваливший горную дорогу,
США, 2003 г.**

Оценка и прогноз обвалов

Оценка обвальной опасности:

1. Наличие глыб в основаниях склонов
2. Анализ факторов обвалообразования

Прогноз:

1. По данным мониторинга
2. Расчет по эмпирическим формулам
3. Моделирование



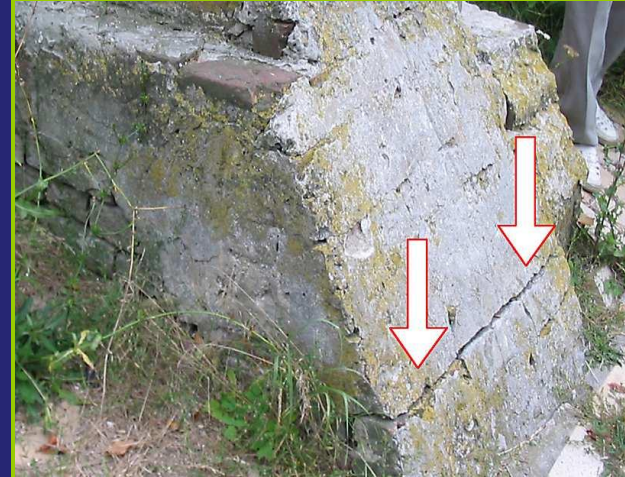
Меры борьбы с обвалами

Профилактические:

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

Конструктивные:

5. Защитные стенки
6. Дамбы
7. Контрфорсы
8. Защитные галереи
9. 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.

2. Провалы

чрезвычайные происшествия, при которых происходят подвижки грунта, приводящие к разрушению инфраструктуры, созданной человеком. Может быть вызвано как природными причинами, так и хозяйственной деятельностью человека. В результате провала образуется углубление в земной поверхности.

Провалы могут иметь разное происхождение:

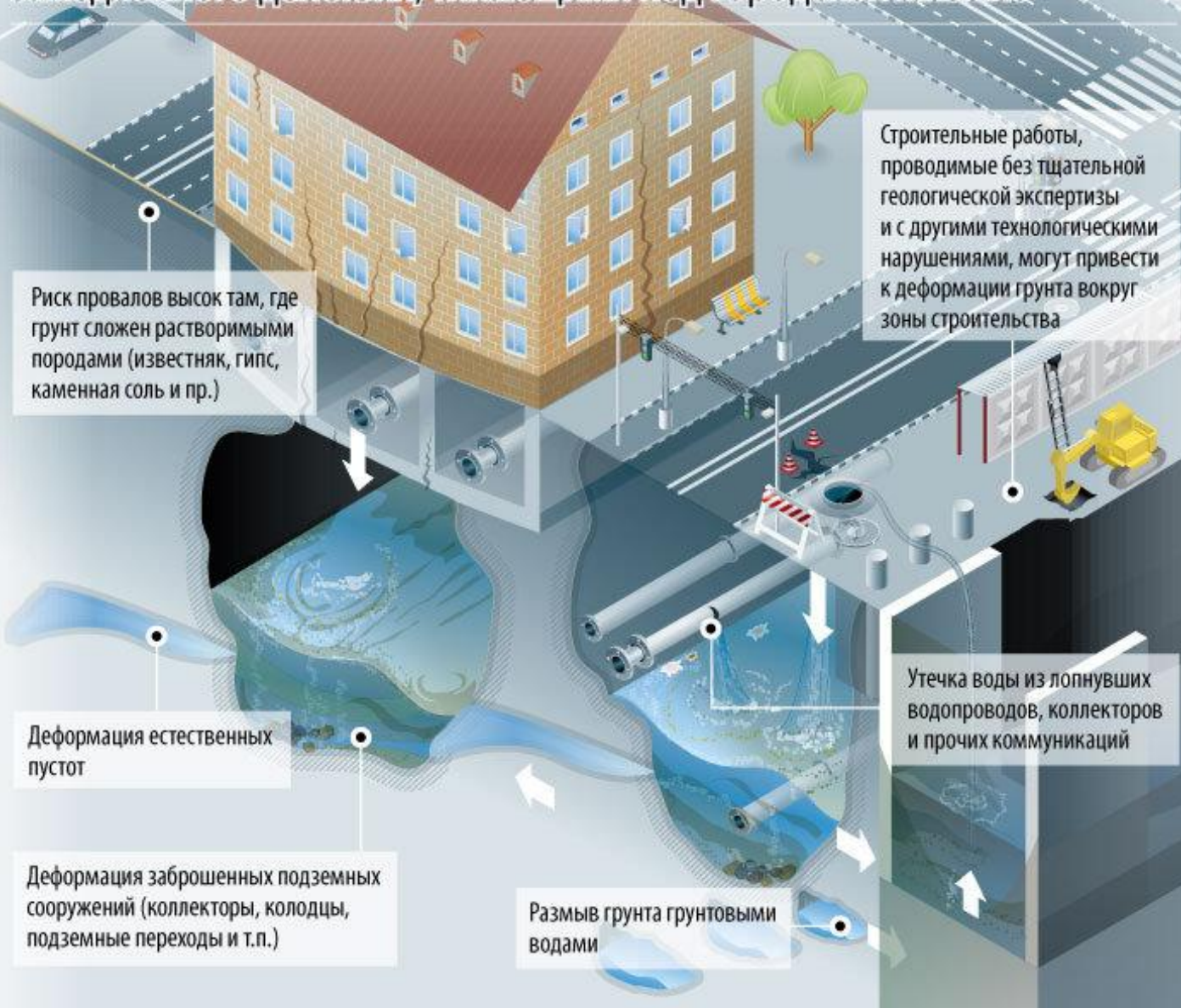
- гравитационное,
- карстовое,
- криогенное
- антропогенное



Пермский край, д. Березняки
глубина провала 15 м

Причины провалов грунта

Разнообразные подземные полости могут оказаться бомбами замедленного действия, тикающими под городской жизнью



Провал грунта над подземным сооружением, Казахстан





Провал грунта на ул. Косыгина в Москве

Провал на Ленинградском проспекте, причиной стали проводимые неподалеку строительные работы



Провал грунта в Баку



Площадь провала грунта на Трубной
улице составила около 600 кв. м
апрель 2007г



3. Развалы и камнепады



Развалы – распад крупных глыб и блоков пород на пологих склонах и вершинах гребней

Рассыпание – смещение развалов глыб и камней на незначительные расстояния по склону

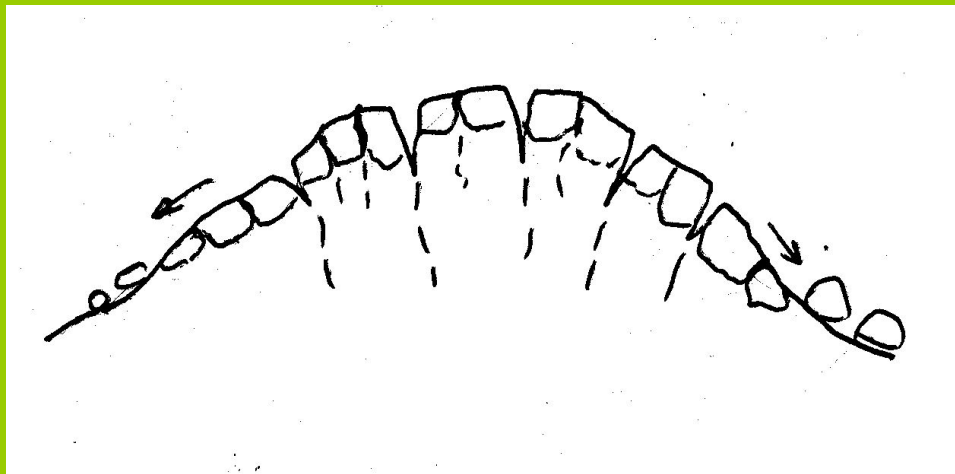
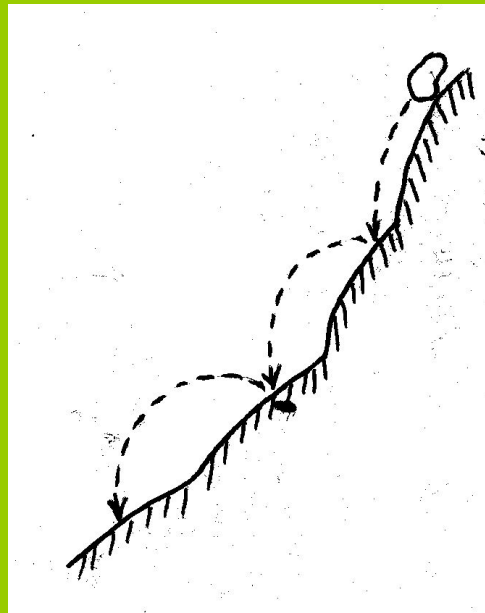


Схема формирования каменного развала на вершине гребня

Камнепад – падение и смещение по склону отдельных камней, щебня и глыб

Особенности:

1. Развита в областях активной денудации и выветривания
2. «Прыгающая» траектория падения
3. Приуроченность к начальной стадии обвалов



Меры борьбы с развалами и камнепадами

Профилактические:

1. Выравнивание склонов
2. Обрушение склонов
3. Уборка опасных камней
4. Дренаж склонов
5. Предупреждающие знаки в горах

Конструктивные:

6. Защитные стенки
7. Контрфорсы
8. Защитные галереи
9. Укрепление склонов



Вывал крупных глыб на дорогу, США, 2003 г.

4. Осыпи и их изучение

Осыпь – движение по склону мелких обломков пород (наиболее распространенный тип склоновых процессов в горах)

Механизм движения: прерывистый (накопление – смещение и т.д.)





Классификации осыпей

По объему (площади):

1. Крупные
2. Средние
3. Мелкие

По активности:

2. Действующие (активные), $v=10-15$ см в год и более
3. Полузакрепленные (затухающие), $v<10$
4. Закрепленные (неподвижные), $v=0$



Методы изучения осыпей

1. Фото-теодолитные площадки (сравнение фото)
2. Прокрашенные створы (метки на обломках)
3. Микронивелирование (по меткам на шестах)
4. Дендрохронология:
 - **Обнажение корней**
 - **Погребение стволов**
 - **Деформирование корней**
 - **Наклон деревьев**
 - **Сбитость годовых колец**



Осыпные склоны, Магаданская обл.

Прогнозирование осыпей

Методы прогноза:

1. По анализу факторов
2. По данным мониторинга
3. Расчетно-аналитические:

Коэффициент подвижности

осыпи: $K_{\pi} = \alpha/\phi$,

где α – угол поверхности осыпи;

ϕ – угол естественного
откоса пород

Если $K_{\pi} = 1$ – опасно

Если $K_{\pi} < 1$ – не опасно



Осыпи на Заалайском хребте, Памиро-Алай



Осыпи на склонах Коллекторского хребта, Памиро-Алай

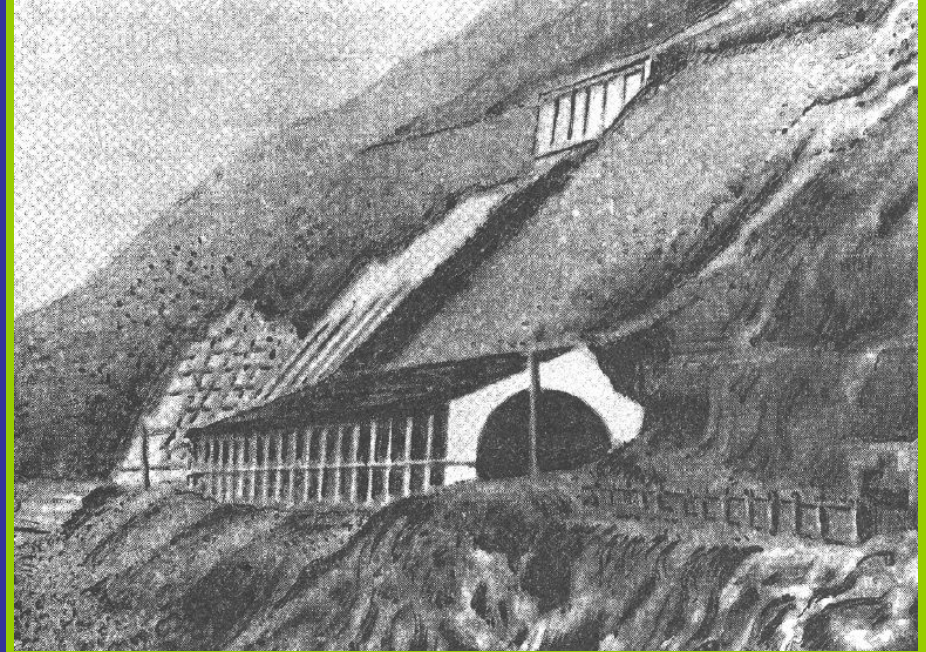
Меры борьбы с осыпями

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)