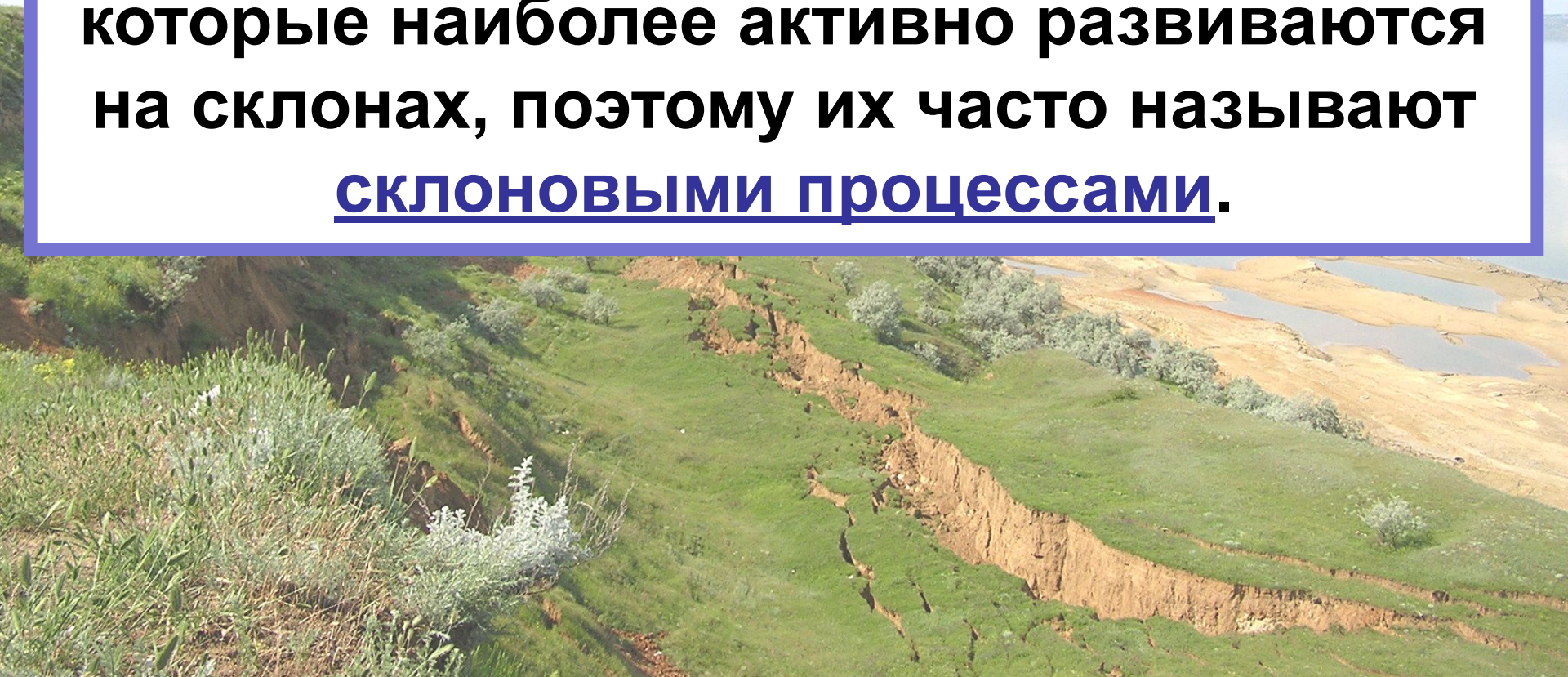
The background of the slide is a photograph of a rugged, rocky landscape. In the foreground, there is a stone archway, possibly part of an ancient structure or bridge, built from large, irregular stones. The archway is dark, suggesting a shadow or a tunnel. The surrounding terrain is rocky and uneven, with some sparse vegetation. The sky is a clear, light blue. The overall scene is natural and somewhat desolate.

# **Гравитационные процессы**

# ***Гравитационные процессы –***

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

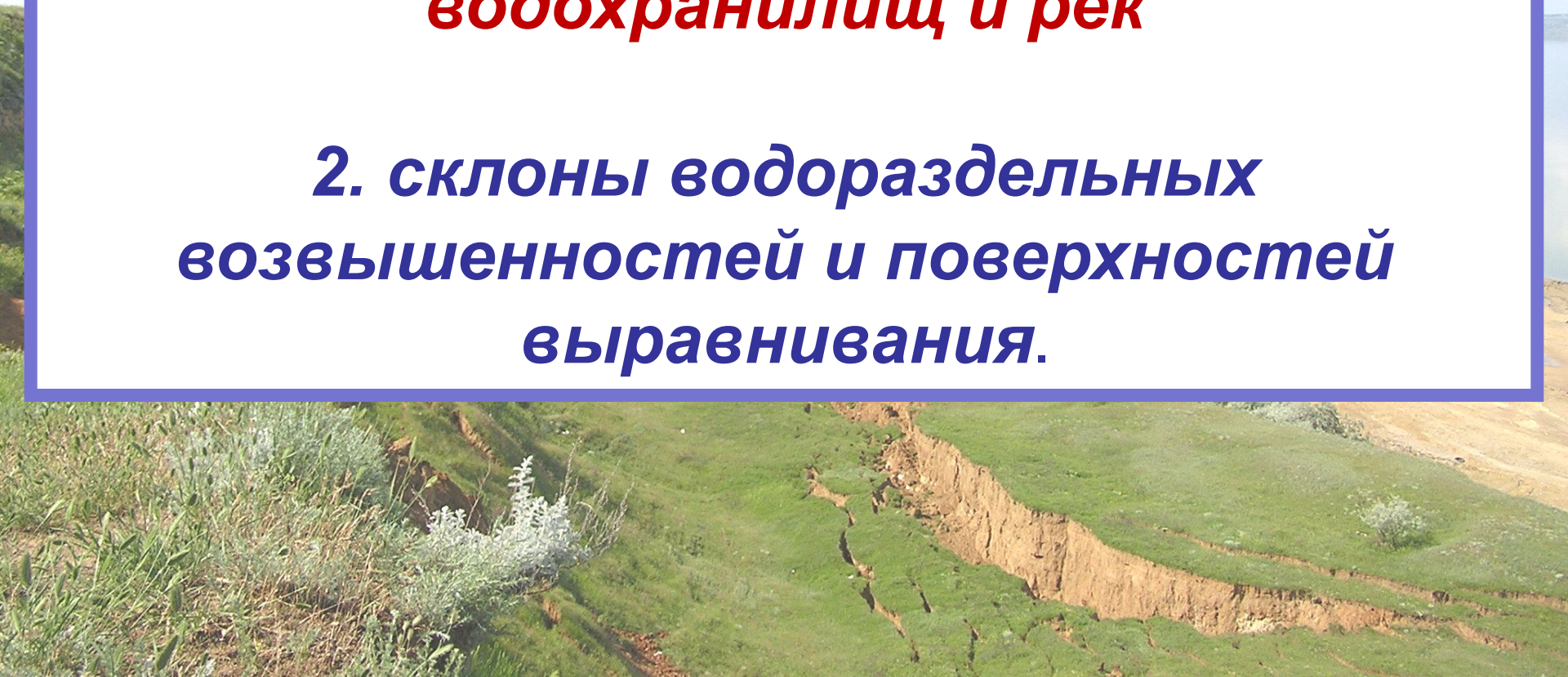




**Все склоны разделяются на две большие группы:**

**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

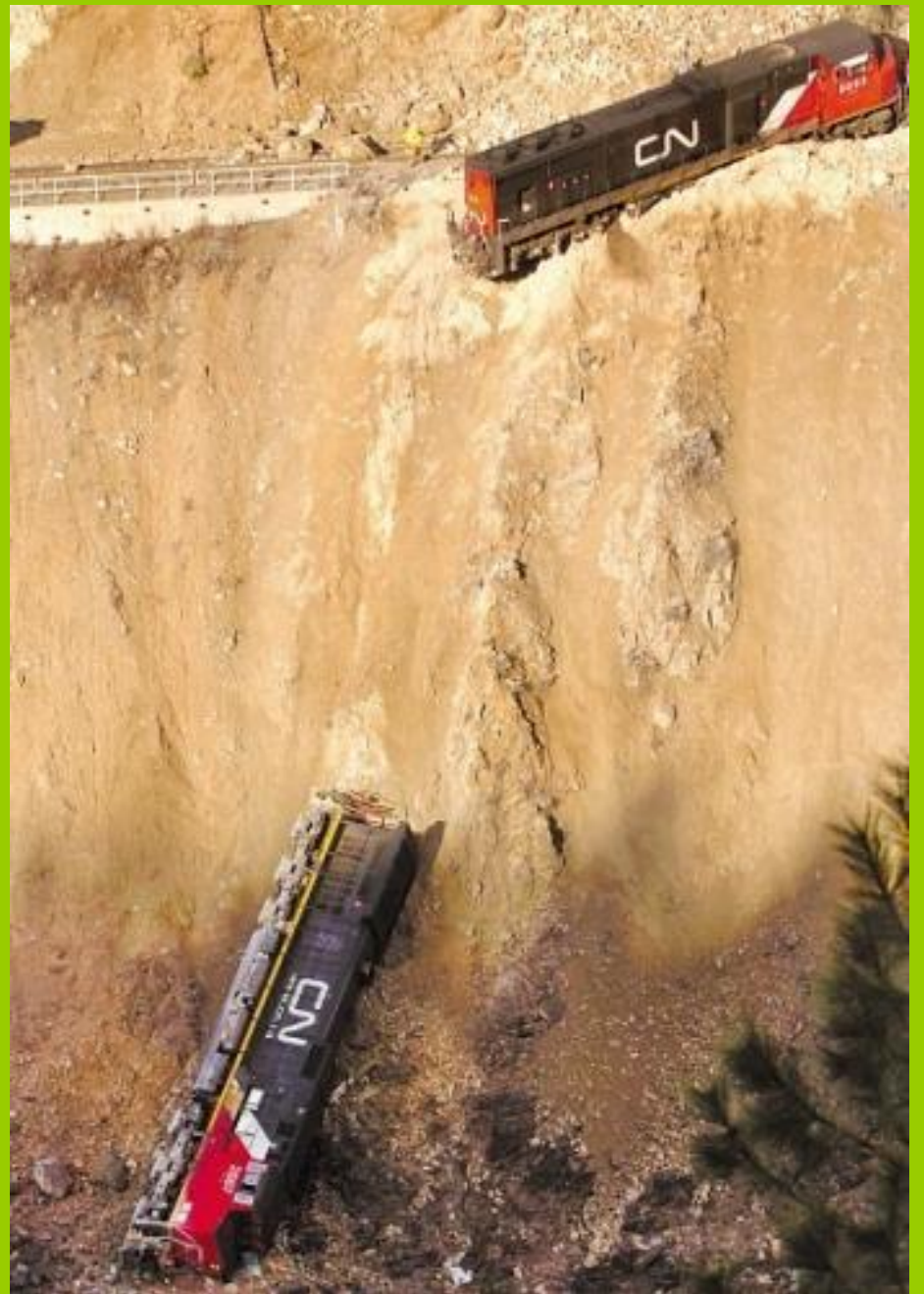


# Антропогенные факторы формирования гравитационных процессов

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.

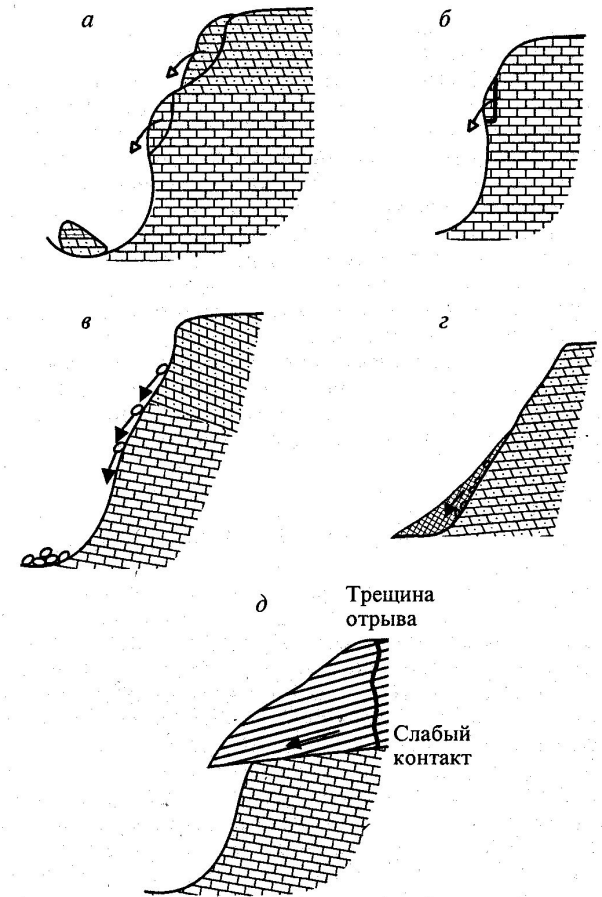


Рис. 14.34. Различные виды обвальных явлений.

*a* — обвалы; *б* — вывалы; *в* — камнепады; *г* — осыпи; *д* — оползень-обвал.

# Классификации обвалов

## По объему:

1. Грандиозные ( $V=50-100$  млн.м<sup>3</sup>)
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



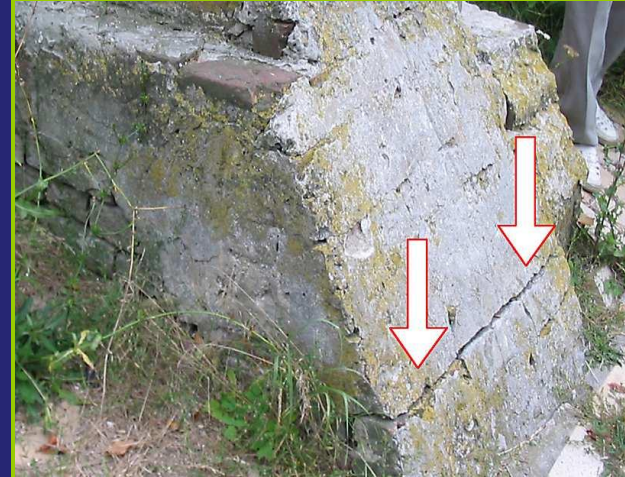
# Меры борьбы с обвалами

## **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:

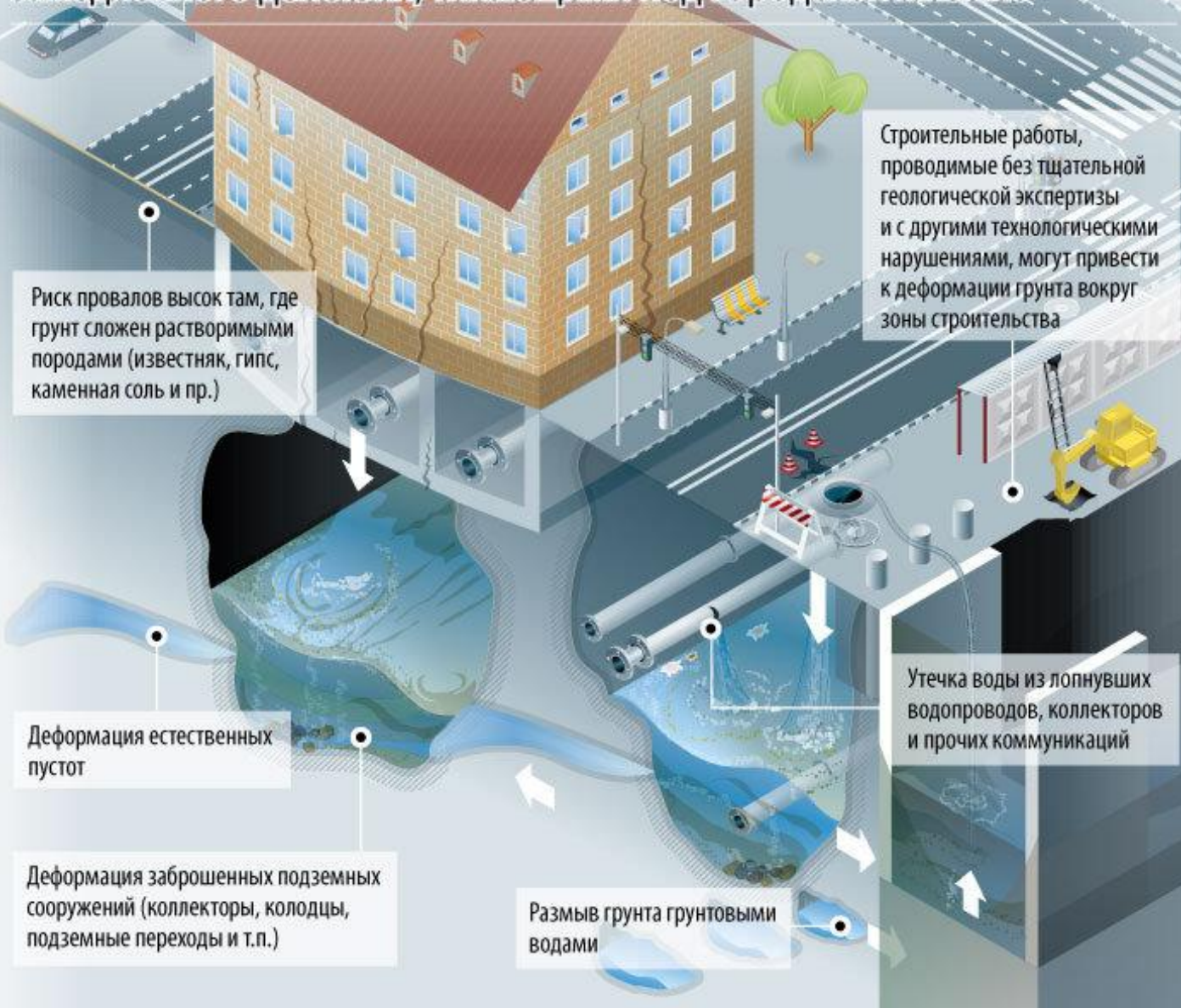
- гравитационное,
- карстовое,
- криогенное
- антропогенное



Пермский край, д. Березняки  
глубина провала 15 м

# Причины провалов грунта

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



Риск провалов высок там, где грунт сложен растворимыми породами (известняк, гипс, каменная соль и пр.)

Строительные работы, проводимые без тщательной геологической экспертизы и с другими технологическими нарушениями, могут привести к деформации грунта вокруг зоны строительства

Деформация естественных пустот

Деформация заброшенных подземных сооружений (коллекторы, колодцы, подземные переходы и т.п.)

Размыв грунта грунтовыми водами

Утечка воды из лопнувших водопроводов, коллекторов и прочих коммуникаций



# 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

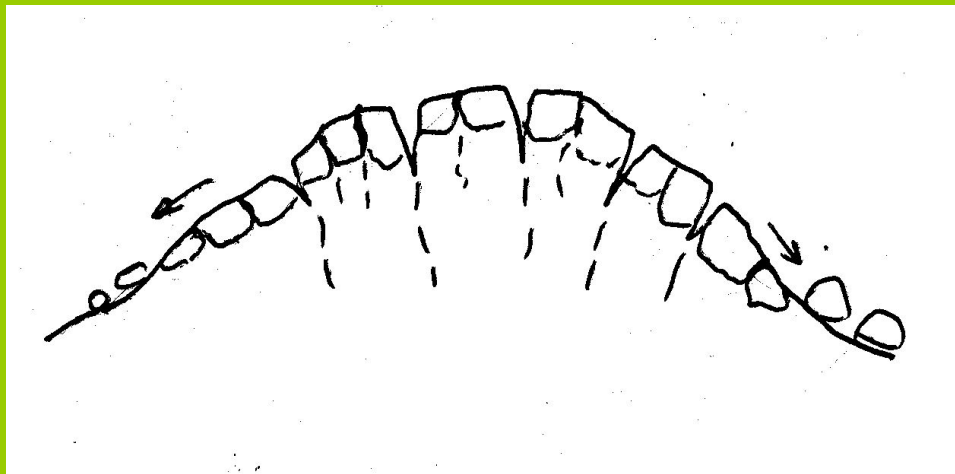
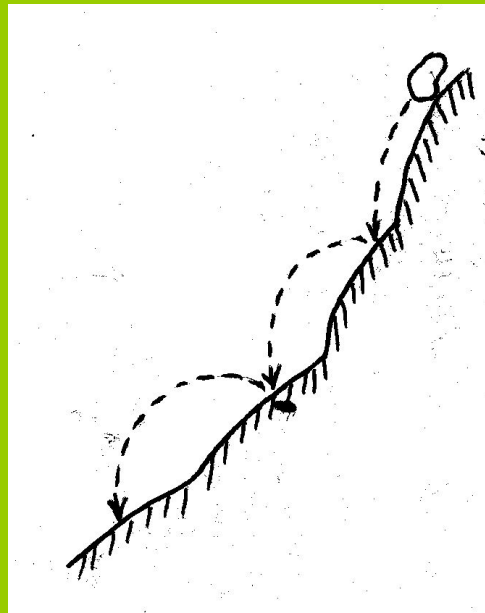


Схема формирования каменного развала на вершине гребня

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

## ***Особенности:***

1. Развиты 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:  $K_n = \alpha/\phi$ ,

где  $\alpha$  – угол поверхности осыпи;

$\phi$  - угол естественного

откоса пород

Если  $K_n = 1$  – опасно

Если  $K_n < 1$  – не опасно



Осыпи на Заалайском хребте, Памиро-Алай



Осыпи на склонах Коллекторского хребта, Памиро-Алай



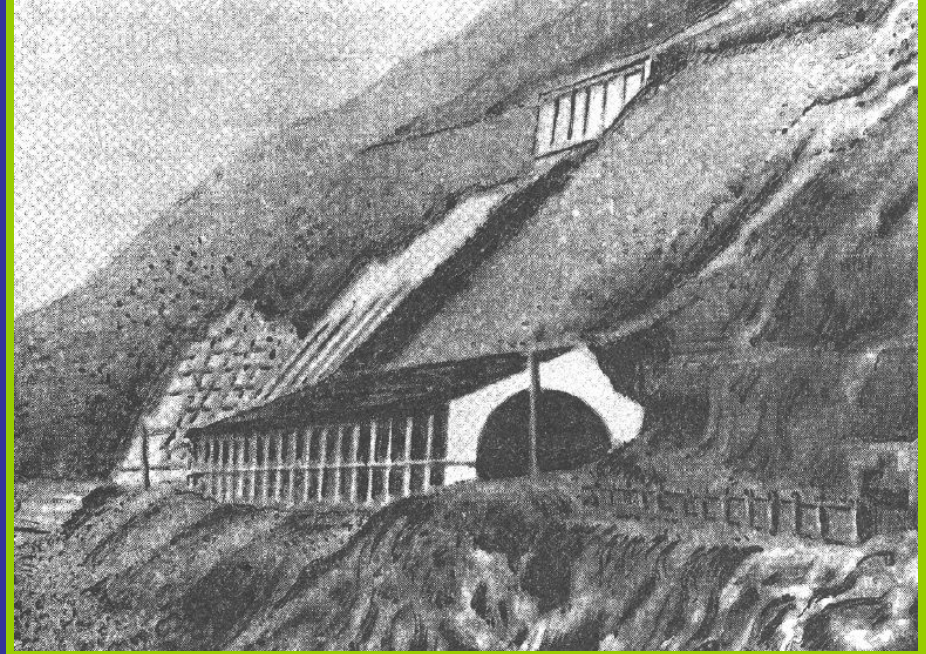
# Меры борьбы с осыпями

## *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)