

**Инженерная защита  
территорий, оснований и  
фундаментов от опасных  
геологических процессов**

# Склоновые процессы

Склоновые процессы возможны на наклонных участках рельефа с углом наклона не менее  $2^\circ$ .



# Склоновые процессы

Обвально-осыпные



Оползни



Селевые потоки

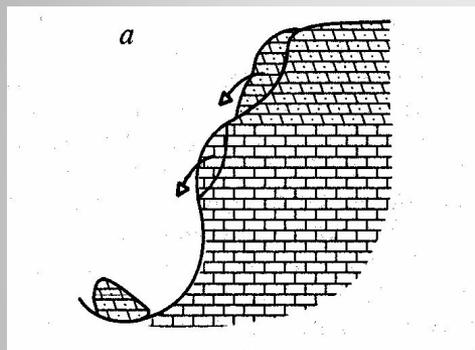


Лавины

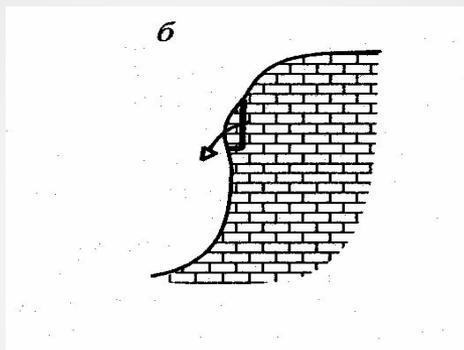


# Обвально-осыпные процессы

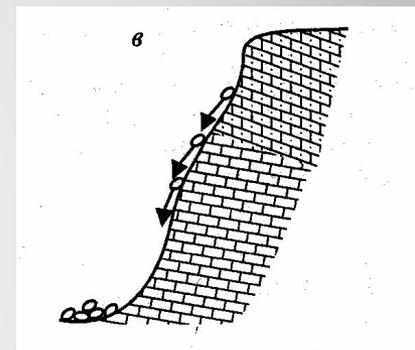
По типу деформации склона различают:



Обвалы



Вывалы



Камнепады

**Причина:** возникновение трещины или системы трещин, по которым затем происходит отрыв и обрушение блока породы

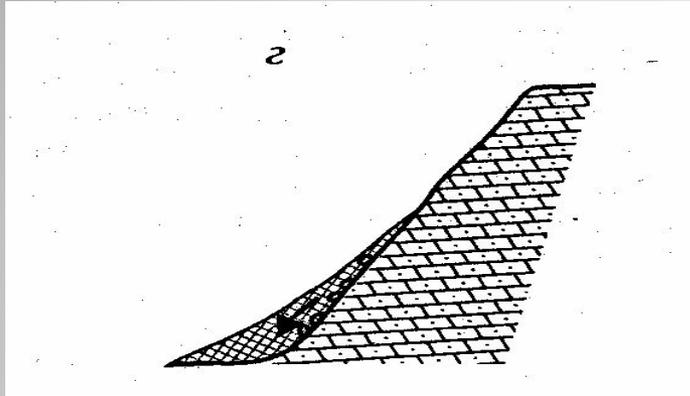


Обвал горной породы в  
Республике Дагестан

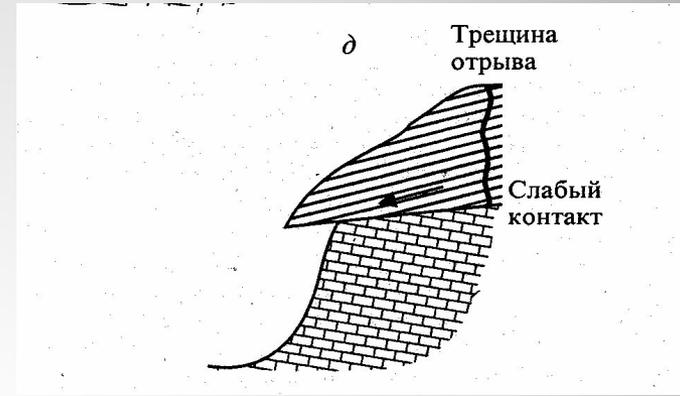


Типичные блоковые вывалы в  
борту реки Сотки.(Северо-  
запад Русской равнины).

Наиболее активно и часто обвальные процессы проявляются в горных областях на склонах, сложенных скальными горными породами.



Осыпи



Оползень-обвал

передвижение несвязной массы мелких обломков горной породы вниз по склону

**Причина:** образование осыпей связано преимущественно с физическим выветриванием

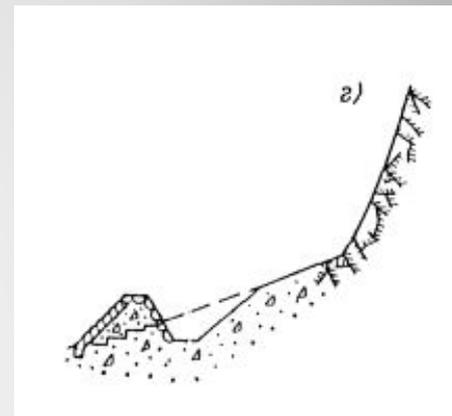
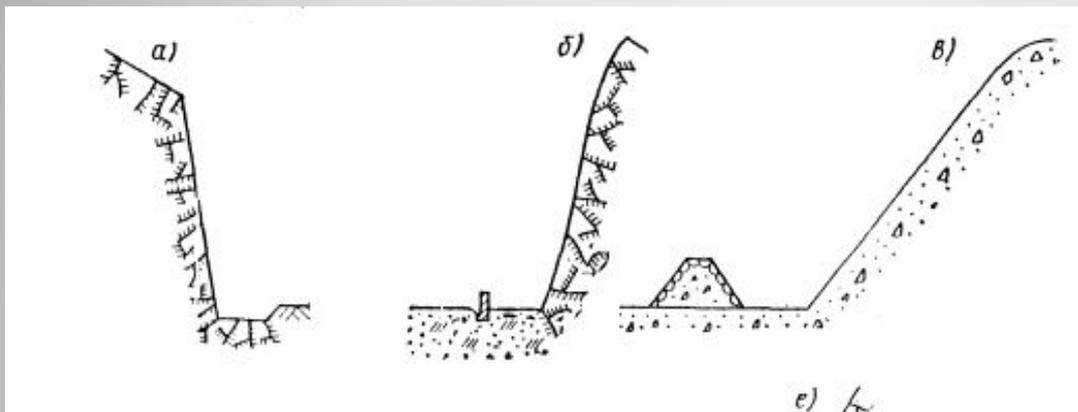


## Осыпь в Усть-Мунах. Алтай

Сильные осыпи характерны для откосов, которые сложены из глинистых сланцев, мергеля, тонкослойного песчаника и других слабосцементированных осадочных и обломочных пород, легко поддающихся выветриванию.

# Защита.

## Улавливающие сооружения.



Путевая траншея Улавливающая полка с бордюром Вал у подошвы склона

При высоте склонов до 60 м и крутизне их более 35°.

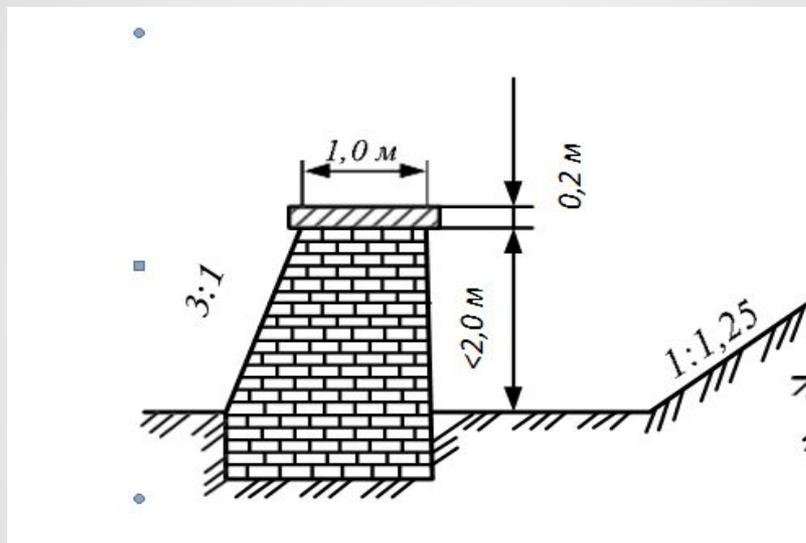
При высоте склона более 60 м (расстояние достаточно для их размещения)

Вал на склоне

При крутизне до 25° на высоте не более 30-50 м над защищаемым объектом

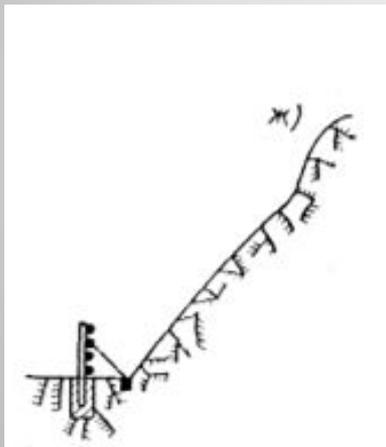


# Защита. Улавливающие стены.

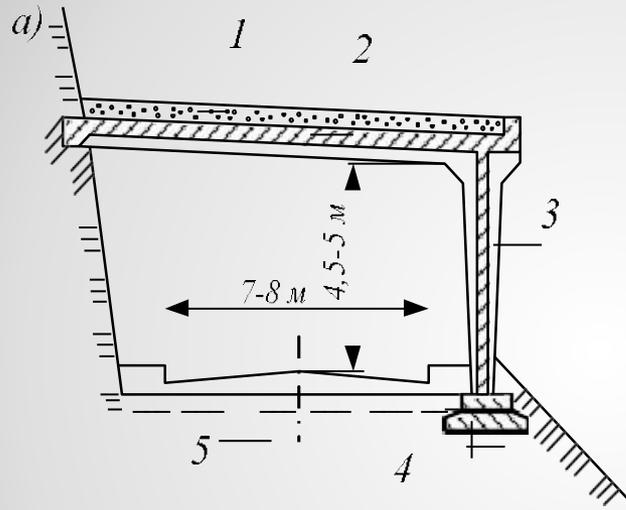


размещаются у подошвы крутых (свыше 40-45°), относительно невысоких (до 25-30 м) склонов для улавливания мелких обломков или задержания осыпающегося скального грунта.

# Улавливающие сетки

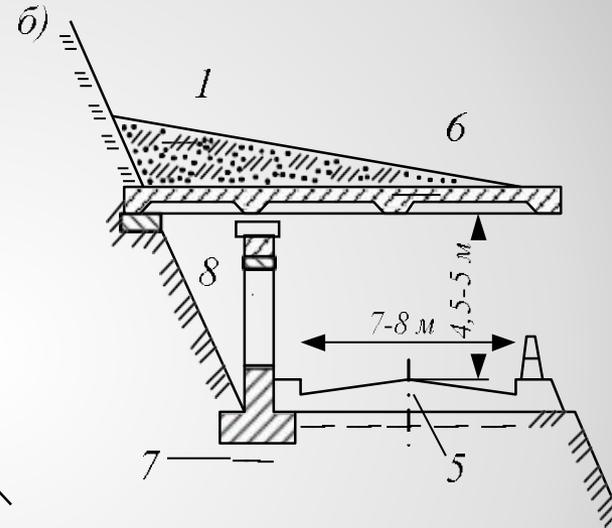


# Противообвальные галереи. Легкого типа.



Рамная

- 1 – амортизирующая засыпка;
- 2 – перекрытие;
- 3 – Г образная рама;
- 4 – фундамент;

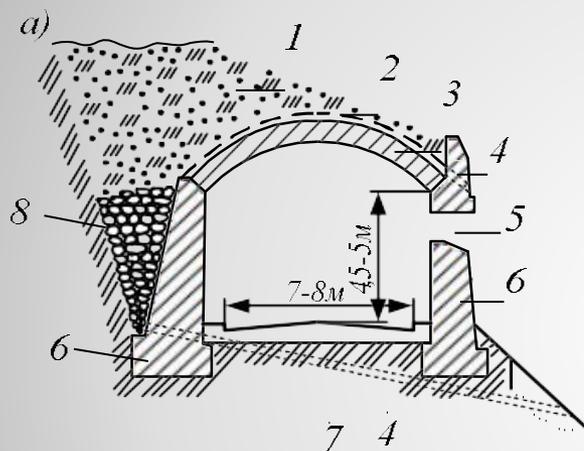


Навесная консольная

- 5 – проезжая часть;
- 6 – консольный блок;
- 7 – подпорная часть;
- 8 – проем

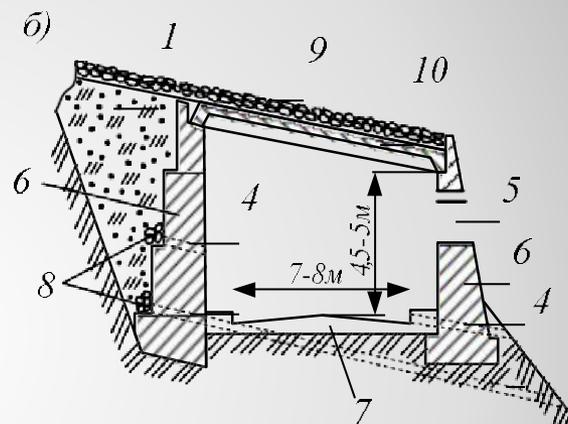
Материал: монолитный или сборный железобетон, реже металл или дерево.

# Противообвальные галереи. Тяжелого типа.



Арочная

- 1 – амортизирующая засыпка;
- 2 – гидроизоляция;
- 3 – железобетонный свод;
- 4 – дренаж;
- 5 – проем;



Балочная

- 6 – подпорная стена;
- 7 – проезжая часть;
- 8 – каменная наброска;
- 9 – защитное покрытие;
- 10 – блок перекрытия

Материал: каменная кладка, бетон, бутобетон, монолитный или сборный железобетон.

# Кругобайкальская железная дорога



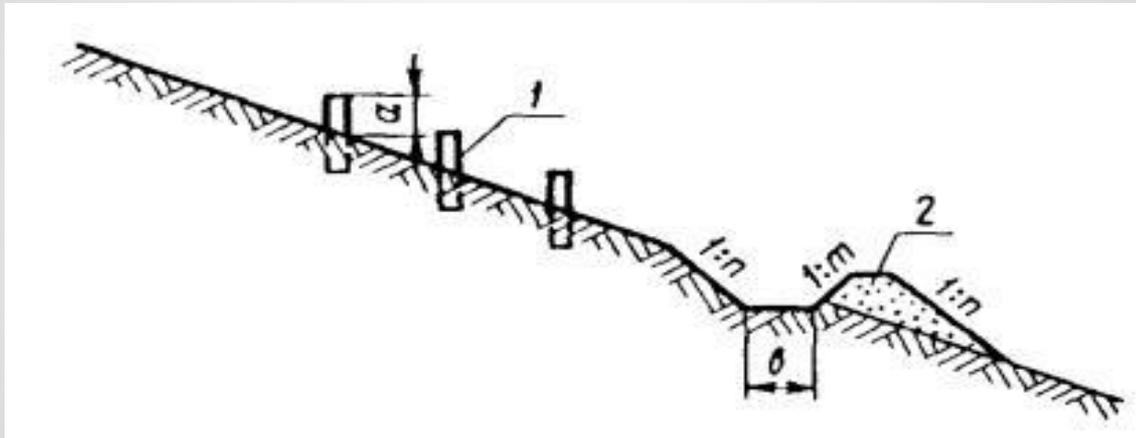
Противообвальная галерея  
арочная.



Противообвальная галерея  
балочная.

# Надолбы

отдельно стоящих сооружений, которые уменьшают скорость движения обломков горных пород



1 - надолбы; 2 - вал;  
а, в - размеры, назначаемые по расчету

# Оползни

Процесс соскальзывания блока горных пород вниз по склону под действием силы тяжести.

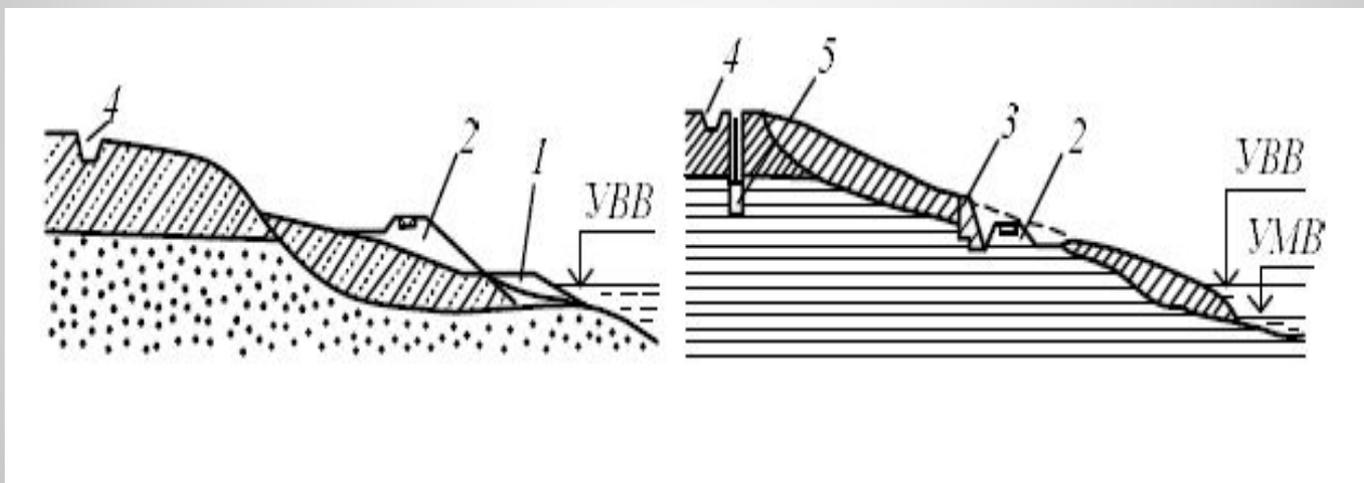
**Причина** – действие поверхностной и подземной воды.



Оползень г. Новосибирск.

# Удерживающие сооружения

Для повышения устойчивости и удержания  
небольших оползневых массивов



1 – контрбанкет;

2 – дорога;

3 – верховая подпорная стенка;

4 – ограждающая канава;

5 – перехватывающий дренаж

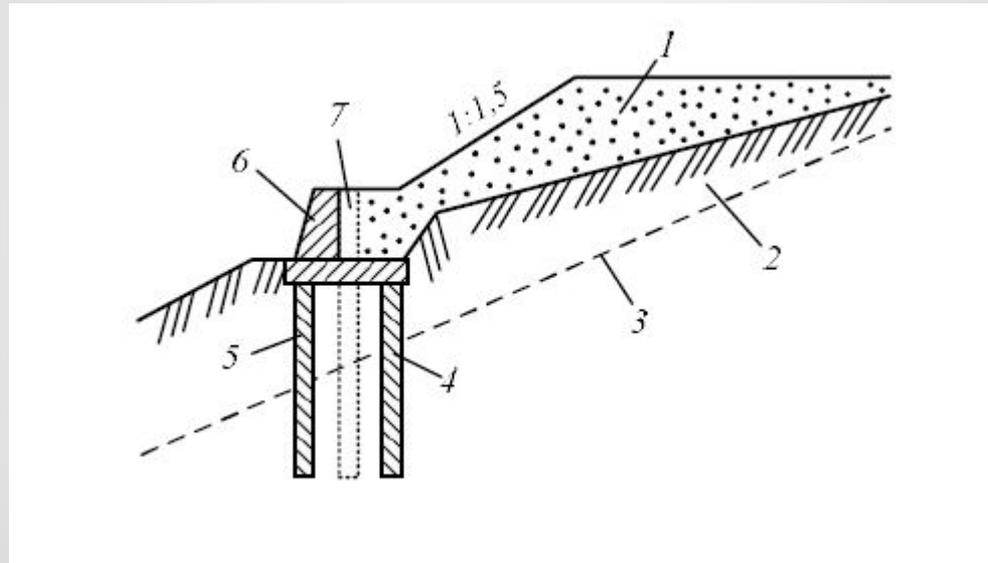


Подпорная стена с облицовочным камнем



Нагельное крепление откоса

# Повышения сцепления оползневой массы с ложем оползня с помощью свай



1 – насыпь;

2 – оползающий массив грунта;

3 – поверхность скольжения;

4 – сваи;

5 – ростверк;

6 – низовая подпорная стенка;

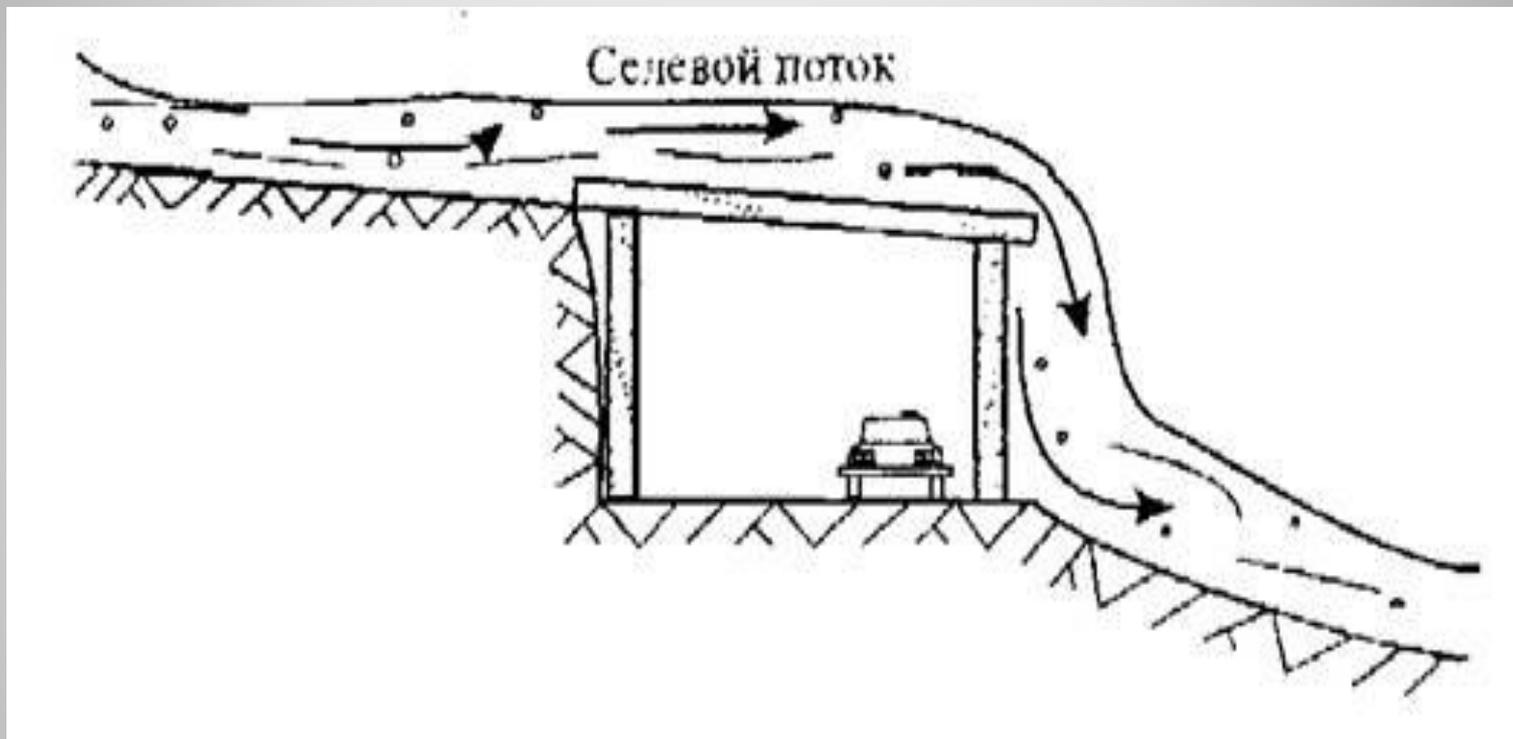
7 – дренаж

# Сели

**СЕЛЬ** - поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50-60% объёма потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек и вызываемый, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов.



# Селеспуск



Для обеспечения транзитного движения уклон лотка должен быть равным или превышать уклон естественного русла на подходном участке, ширина его должна соответствовать средней ширине селевого потока, а высота стенок – превышать на 0,2 максимальную глубину потока.

# Селепропускной канал



**Следы прохождения дождевого селя 2006 г. в  
русле р. Большая Алматинка.  
Казахстан**



# Селехранилище



**Отложения гляциального селя 2014 г. в селехранилище перед плотиней Талгар.  
Казахстан.**

# Селезадерживающая плотина

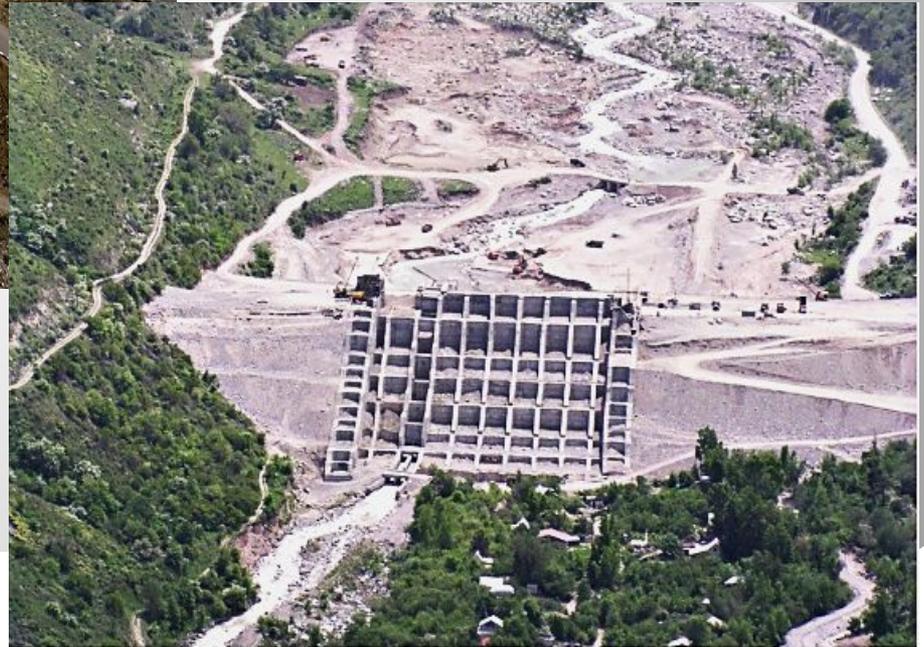


Селезадерживающая плотина с пятью пропускными отверстиями (Трюбенбах, Каринтия, Австрия)

# Подпорные запруды



**Селеудерживающая плотина в долине р.  
Талгар. Казахстан.**



# Сквозные ограждения



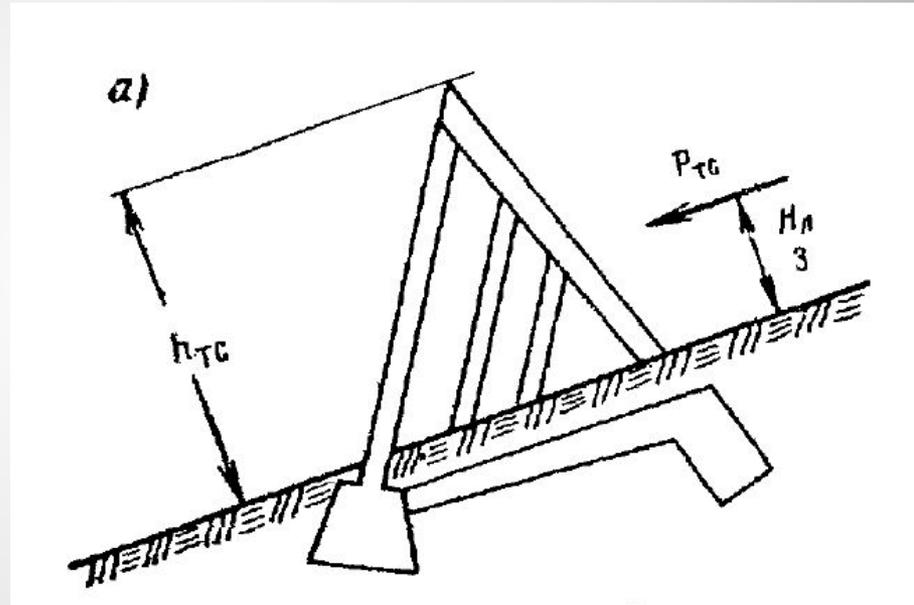
# Лавины

сосредоточенное движение больших масс снега, падающих или соскальзывающих с горных склонов в виде сплошного тела (мокрые лавины) или распыленного снега (сухие лавины)



Последствия схода лавины на Эвересте

# Лавинорезы



# Лавиноотводящие дамбы



# Снегоудерживающие сетки



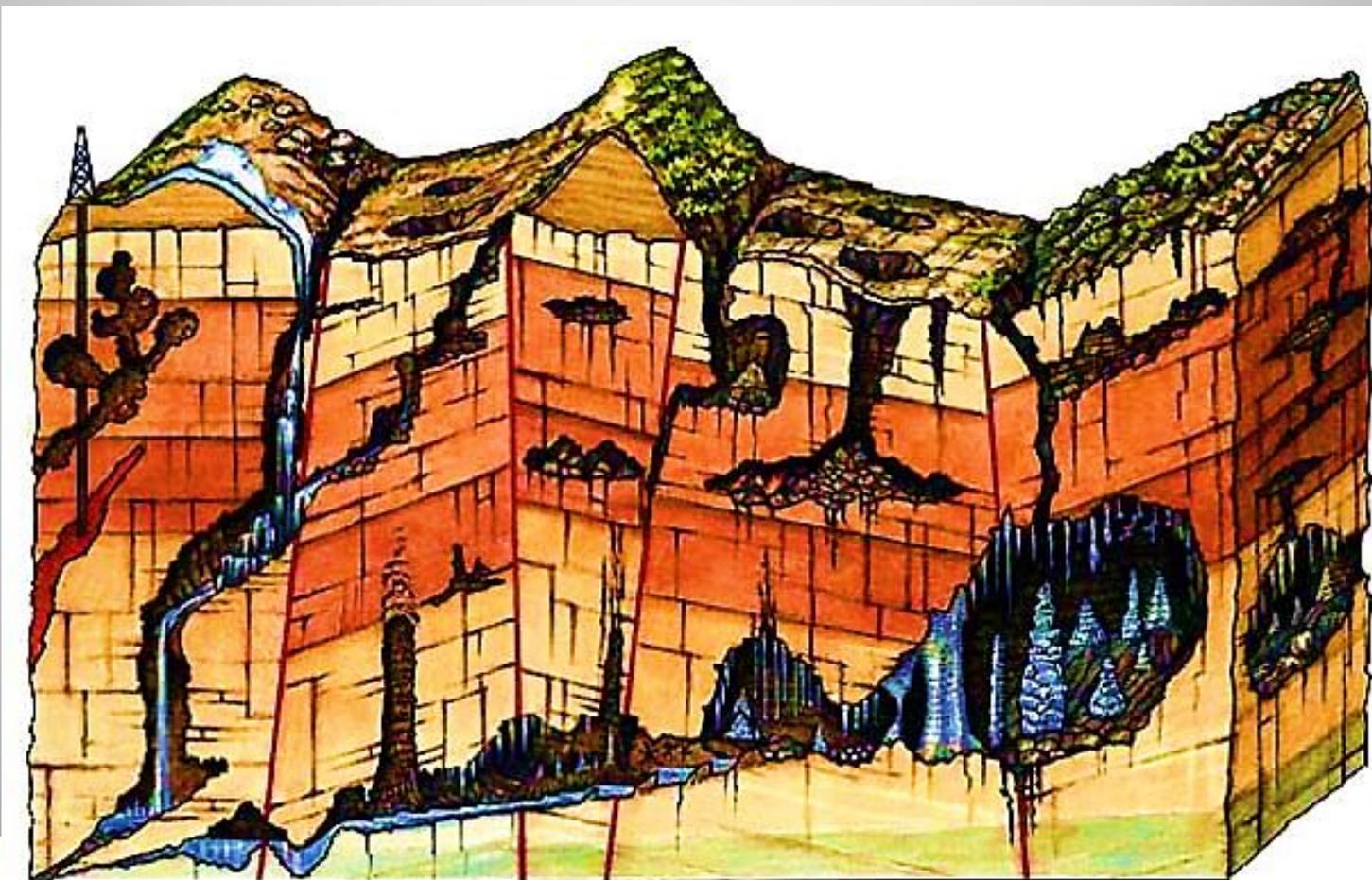
# Противолавинные галереи



Места, где путь лавины локализован  
условиями рельефа

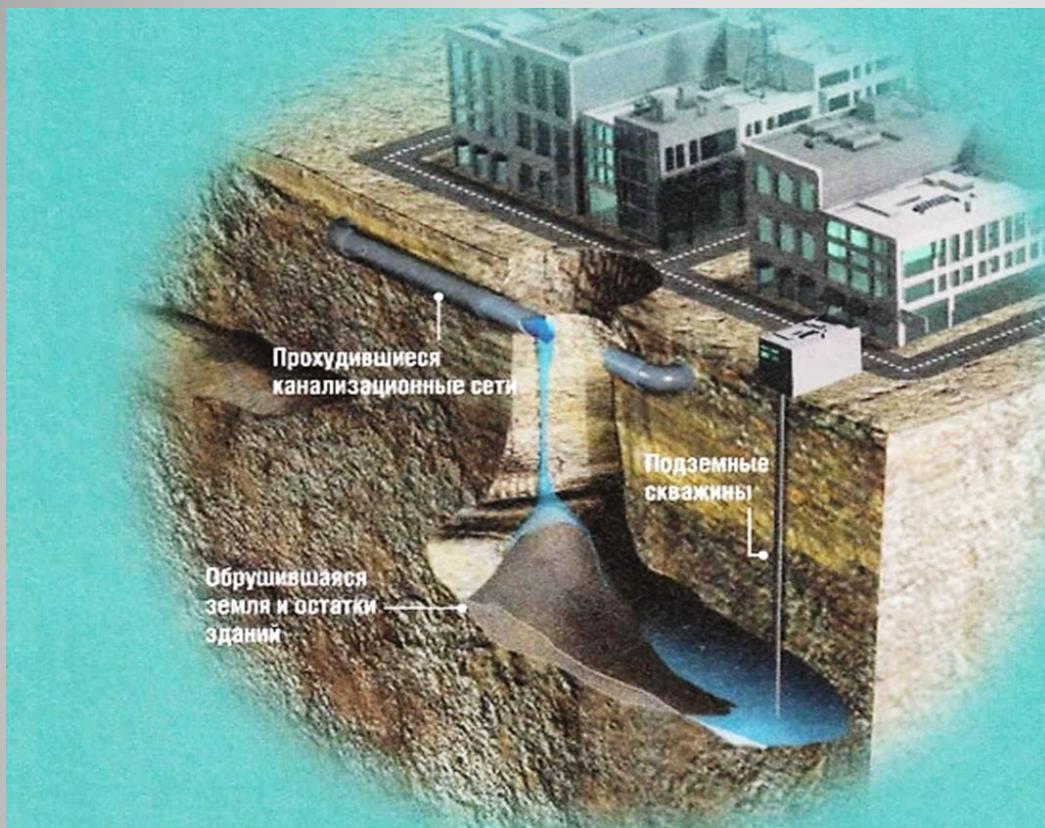
# Карст

**Карст** - совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами



# Карстовые воронки в городе Гватемала.





Из-за аварий канализационных сетей проточными водами срывало и уносило фрагменты пемзы, в результате чего в почвенном слое постепенно образовалась огромная полость. В 2010 году все это усугубилась огромным количеством воды, принесенной «Агатой»

# Дарваз. Врата ада



**Термокарст** - процесс оттаивания залежей подземного льда и льдистых грунтов, сопровождающихся их осадкой и образованием отрицательных форм рельефа – котловин, воронок и др. Обычно все эти формы рельефа заполняются водой, образуя термокарстовые озера.



## **Пассивные методы:**

- укрепление дорог продольными и поперечными балками;
- устанавливаются уклономеры.

## **Активные:**

- предельно снизить поступление вод (засыпать песком, глиной);
- отвести поверхностные воды;
- перекрыть выходы карстовой системы водонепроницаемыми экранами.
- Заполнение (тампонирование) карстовых полостей и трещин песком
- Методы борьбы с карстовыми процессами в соляных толщах более сложные из-за легкой растворимости этих пород. Одним из методов, применяемых при открытой разработке соляных месторождений, является создание гидрозавес различных типов.

# Подтопление и затопление территорий

Затопление - образование свободной поверхности воды на участке территории в результате повышения уровня водотока, водоема или подземных вод.

## Основные причины затопления территорий



Весенним половодьем



Дождевыми паводками

Магаданская обл.  
28 августа 2016г

Ветровой нагон воды с моря и подпора уровня рек  
на территориях, расположенных в устьях рек,  
впадающих в моря



Ветровой нагон волны

# Нагромождения в русле рек большого количества льда у естественного или искусственного препятствий



Город Ленск 2001г



Образование русловых наледей на водотоках в районах вечной мерзлоты в период снеготаяния.

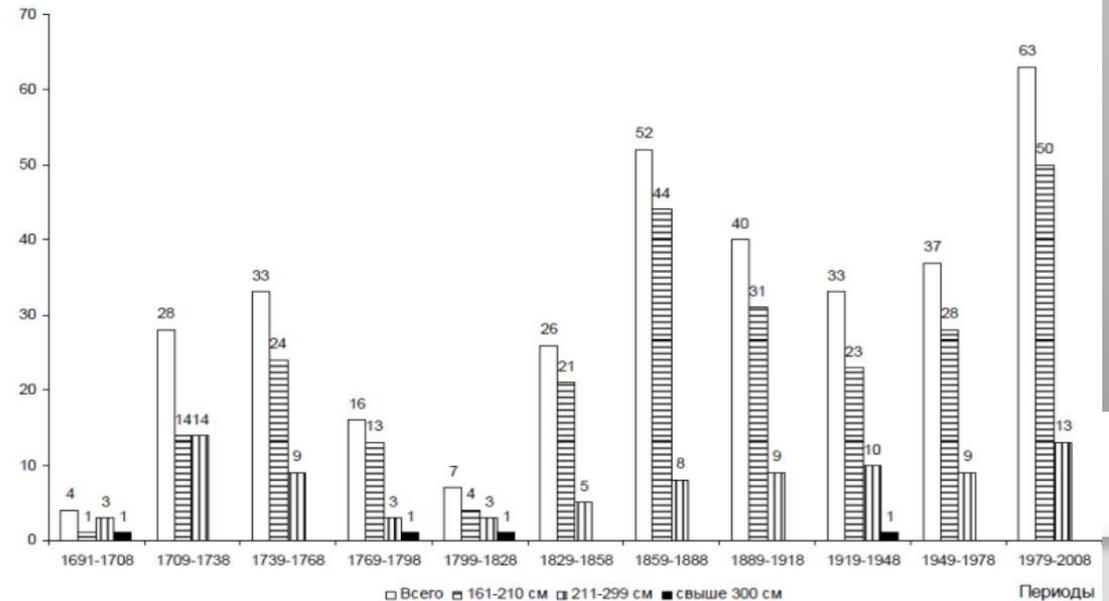


Наледь на р. Белый Иркут. 23 июля 2013 г.

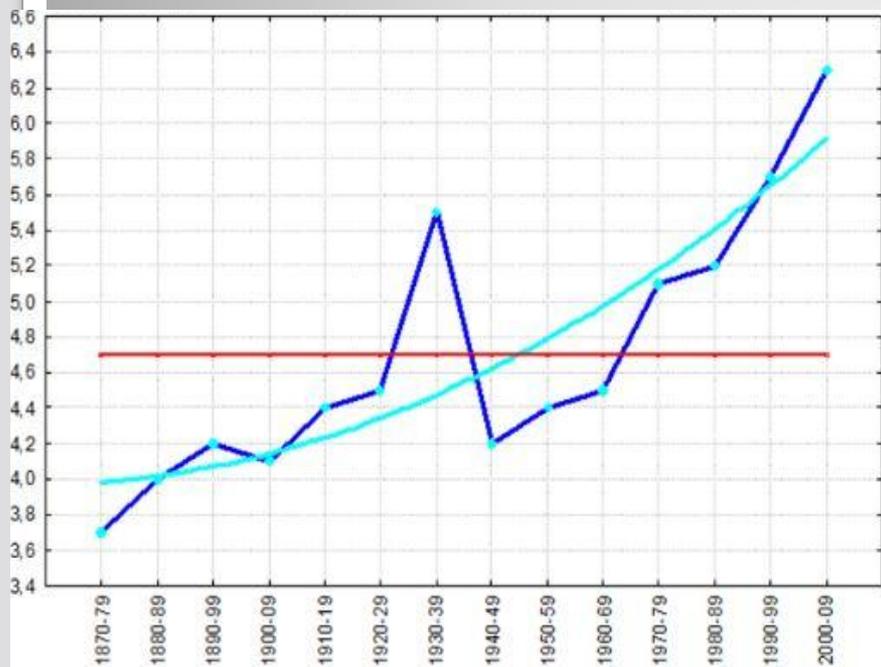
# Санкт-Петербург. Угроза наводнения



Количество наводнений

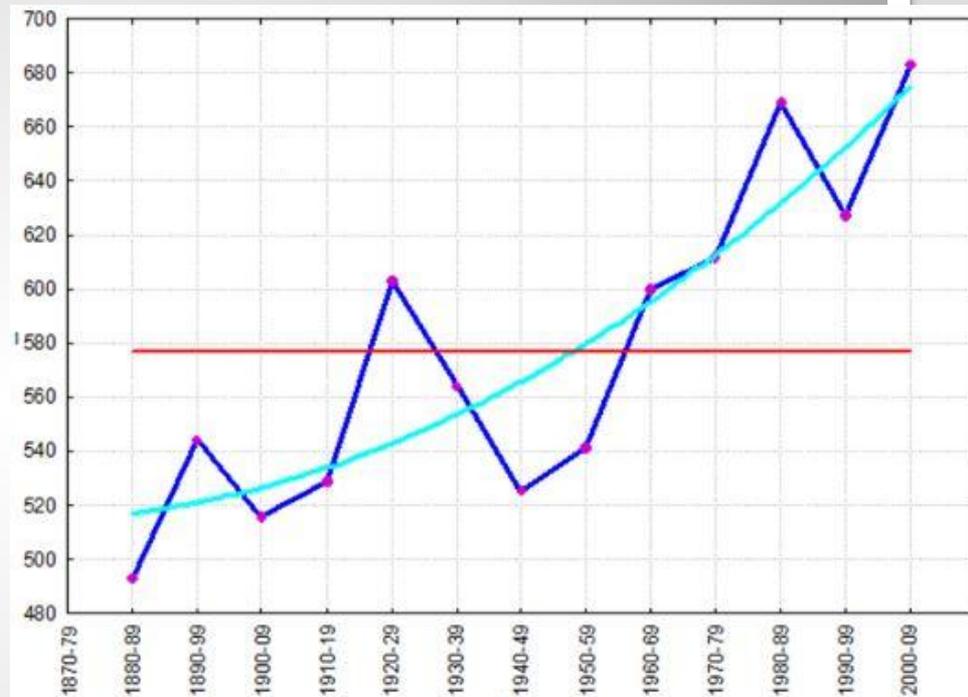


# Диаграммы температуры и осадков в Санкт-Петербурге



Средняя температура воздуха в Санкт-Петербурге по десятилетиям с 1870 по 2009 г.

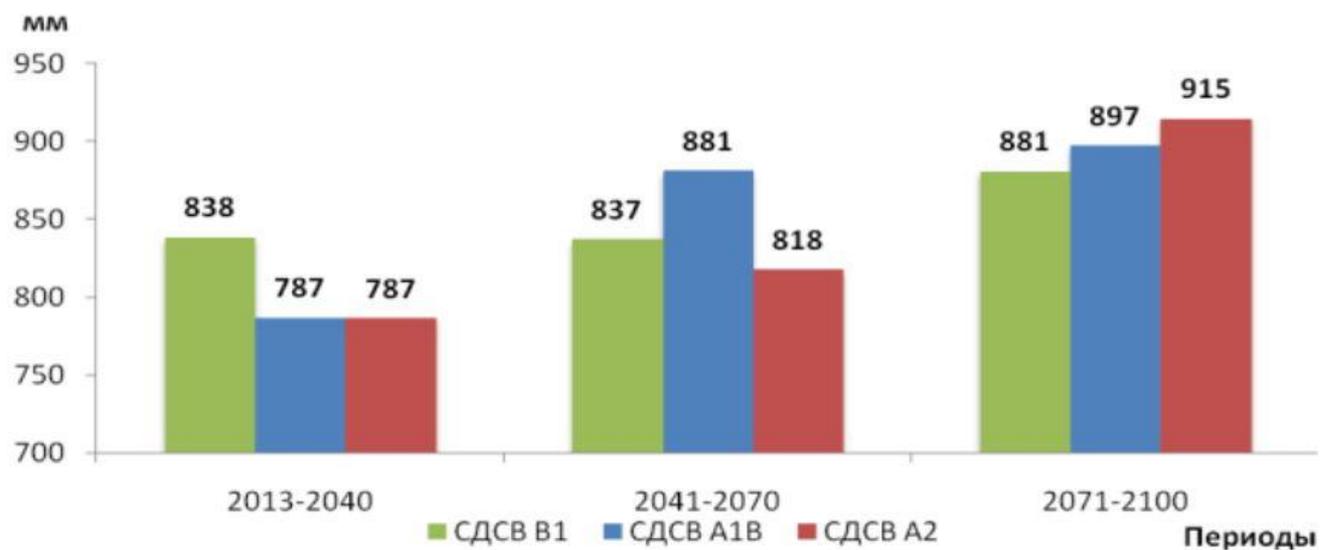
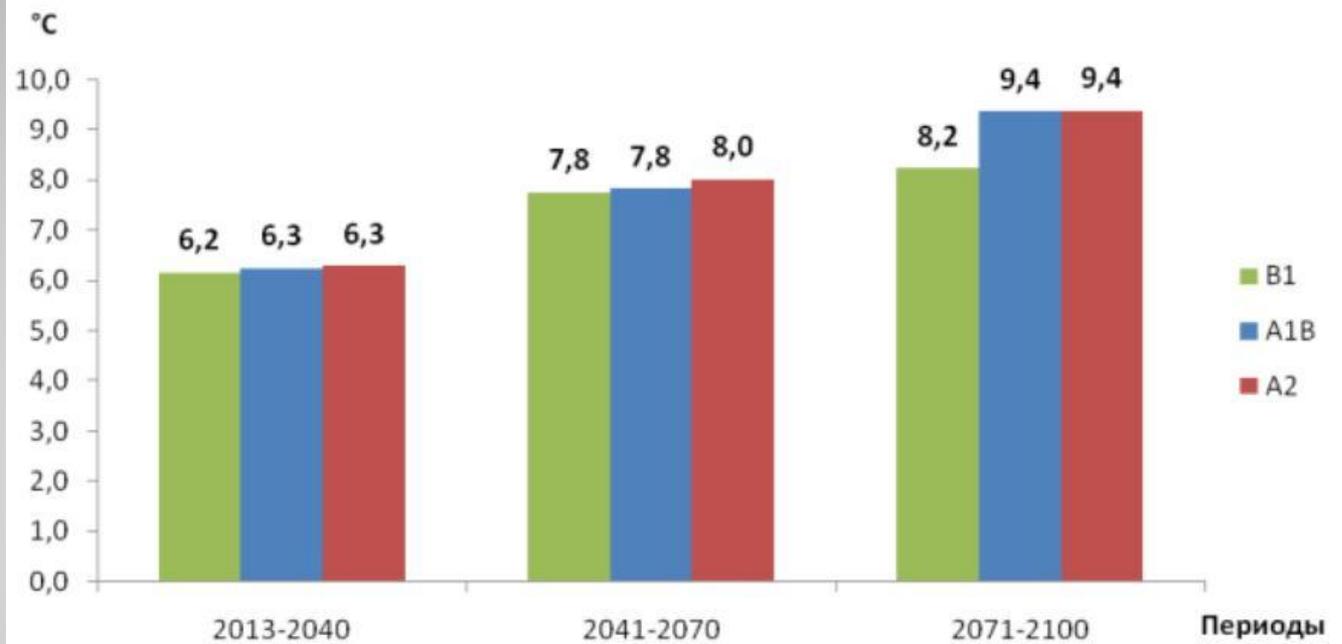
красным отмечена среднегодовая норма температуры;  
синим – динамика изменения средней температуры;  
голубым – линия тренда.



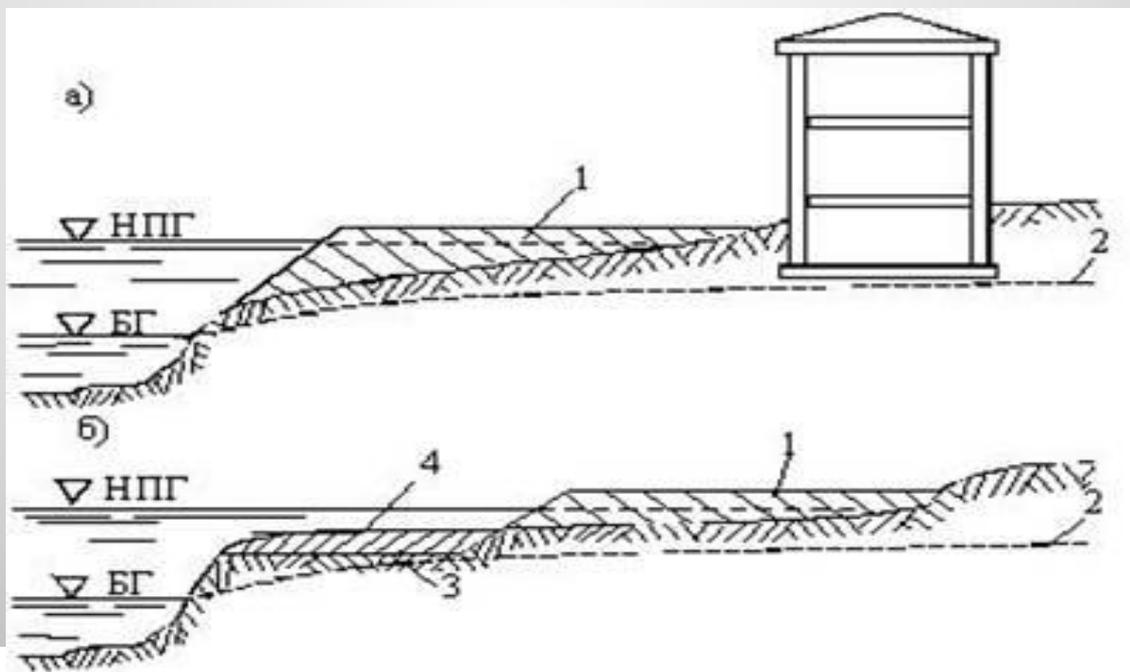
Среднее количество осадков в Санкт-Петербурге по десятилетиям с 1880 по 2009 г.

красным отмечена среднегодовая норма осадков;  
синим – динамика изменения количества осадков;  
голубым – линия тренда.

# Прогностические диаграммы температуры и осадков в Санкт-Петербурге



# Искусственное повышение рельефа территории путем намыва или подсыпки грунта до незатопляемых планировочных отметок.



# Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербург

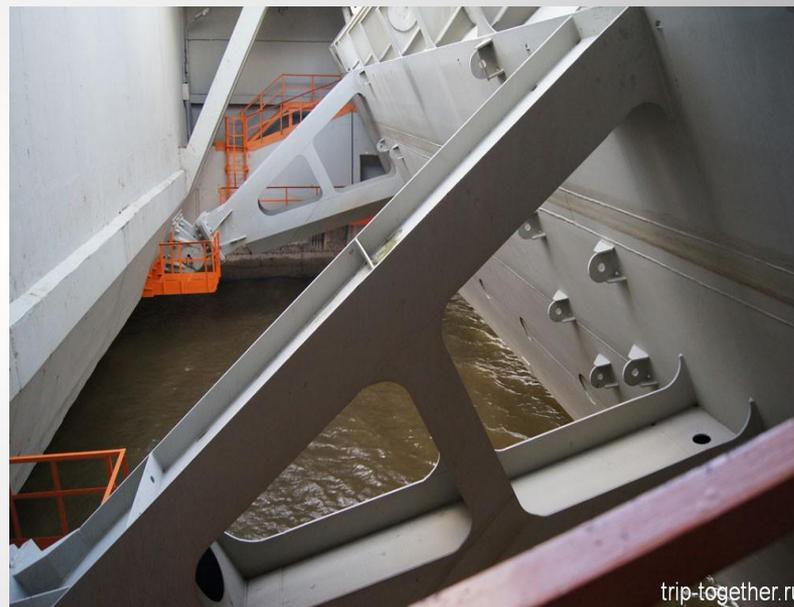


# Защитные дамбы



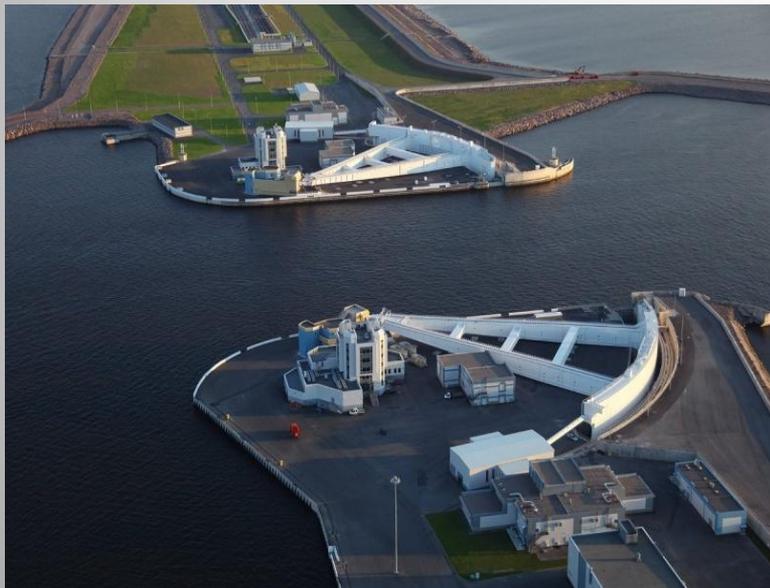
Из общей длины защитных сооружений в 25,4 км  
длина дамб составляет 23,4 км

# Водопропускные сооружения

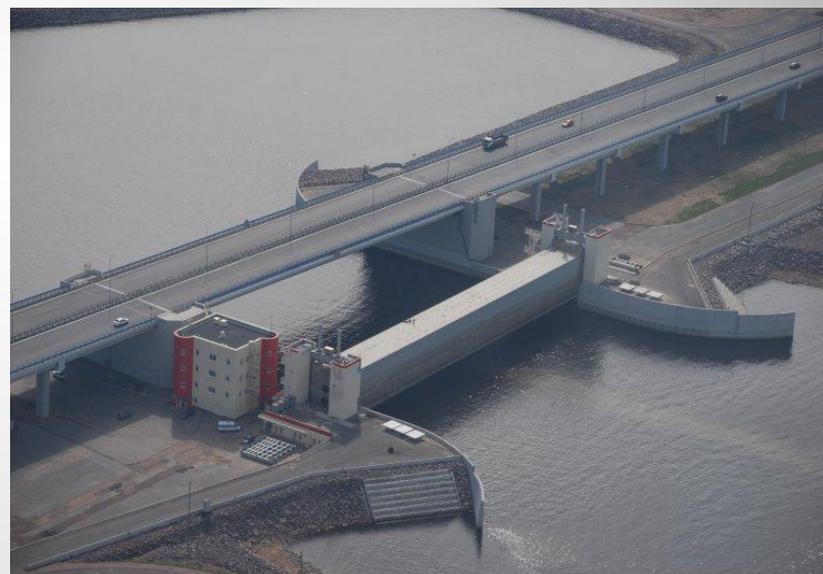


# Судопропускные сооружения

Судопропускное сооружение С1 предназначено для пропуска морских судов водоизмещением до 120 тыс. тонн, а также судов смешанного плавания водоизмещением до 4 тыс. тонн.



Судопропускное сооружение С2 предназначено для прохода средних судов с осадкой до 5, 5 метров. Сооружение включает в себя подъемный автодорожный мост и затвор.



# Кривая обеспеченности уровней воды в Санкт-Петербурге до и после ввода КЗС

