

# Гидрогеология и инженерная геология

## Введение

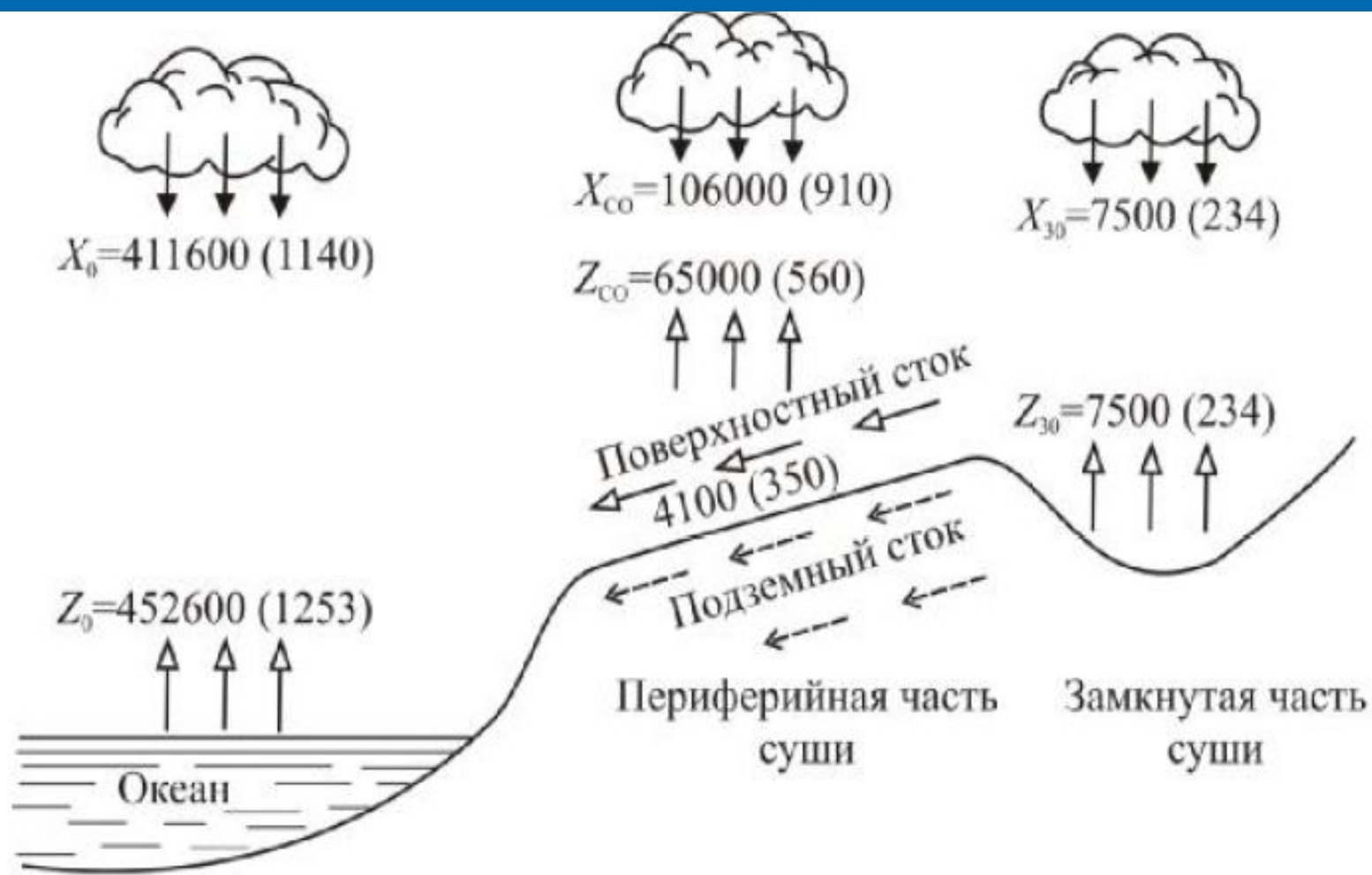


- Гидрогеология - наука о подземных водах: об их происхождении, условиях залегания, законах движения, режиме, физических и химических свойствах.
- Разделы гидрогеологии:
  - общая гидрогеология
  - региональная гидрогеология
  - динамика подземных вод
  - гидрогеохимия

# Круговорот воды в природе

- Количество воды, испарившееся с поверхности Мирового океана и суши, равно количеству осадков, выпавших на Земном шаре





$X_0$  – осадки, выпадающие на океан;  $Z_0$  – испарение с поверхности океана;  $X_{co}$  – осадки в сточных областях суши;  $Z_{co}$  – испарение в сточных областях суши;  $X_{30}$  – осадки в замкнутых областях суши;  $Z_{30}$  – испарение в замкнутых областях суши

# Вода в атмосфере

Показатели содержания водяного пара в атмосфере:

- **Удельная влажность ( $E$ )** - максимально возможное количество парообразной влаги в воздухе при данной температуре
- **Абсолютная влажность ( $e$ )** - количество парообразной влаги в миллиметрах ртутного столба или в граммах на кубический метр, находящиеся в воздухе в данный момент
- **Относительная влажность ( $A$ )**

# Вода на поверхности Земли

**Сток** - это перемещение воды в процессе ее круговорота по земной поверхности (поверхностный сток) и в толще земной коры (подземный сток)

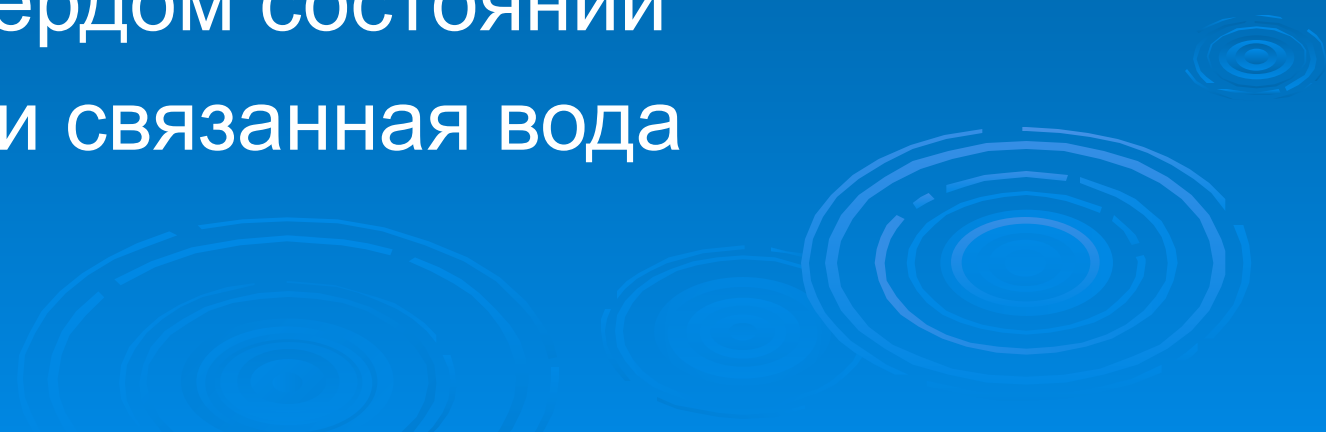
Показатели поверхностного стока:

- **Коэффициент стока ( $\eta$ )** - отношение стока ( $h$ ) за определенный период к количеству выпавших атмосферных осадков ( $x$ ) за тот же период в бассейне реки
- **Модуль стока ( $M$ )** - количество воды (л/с), стекающее в единицах времени с 1 км<sup>2</sup> водосборной площади реки

# Водно-физические свойства горных пород

- **Влажность** - количество воды, заполняющее поры в естественных условиях залегания горных пород
- Пористость характеризует наличие пустот в горных породах
- **Влагоемкость** - способность породы вмещать и удерживать определенное количество воды.
- **Водоотдача** - способность горных пород отдавать свободностекающую воду
- **Водопроницаемость** - способность горных пород пропускать через себя воду под действием напора

# Виды воды в горных породах (по А.Ф. Лебедеву)

- Парообразная вода
  - Гигроскопичная вода
  - Пленочная вода
  - Капиллярная вода
  - Гравитационная вода
  - Вода в твердом состоянии
  - Химически связанная вода
- 



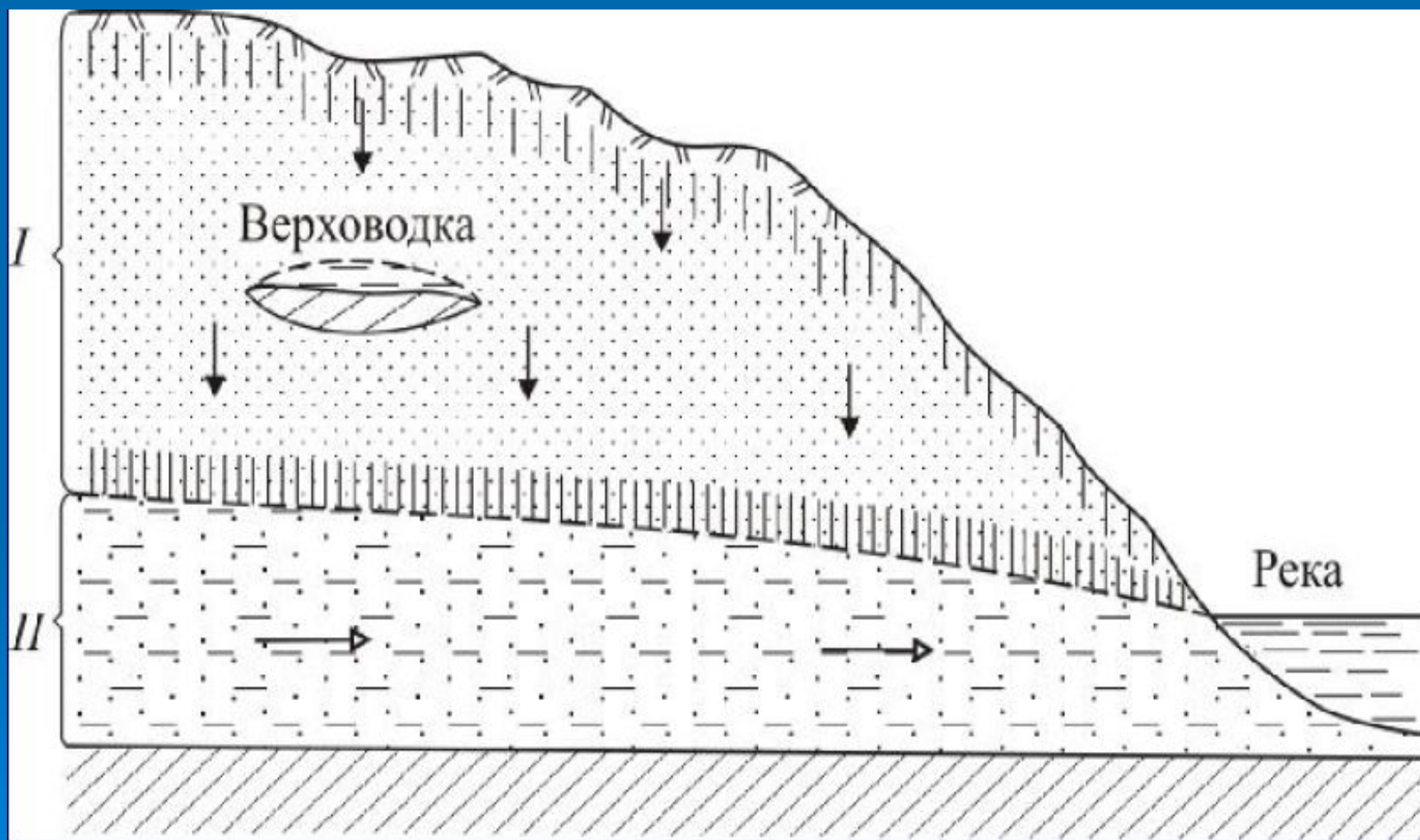
# Классификация подземных вод по условиям залегания

По условиям залегания выделяются следующие типы подземных вод:

- почвенные воды
- верховодка
- грунтовые и артезианские воды
- трещинные и карстовые воды
- подземные воды в многолетнемерзлых породах
- минеральные, промышленные и термальные воды

- Верховодка образуется в зоне аэрации, инфильтрационная вода встречает на своем пути водоупор среди водопроницаемых пород



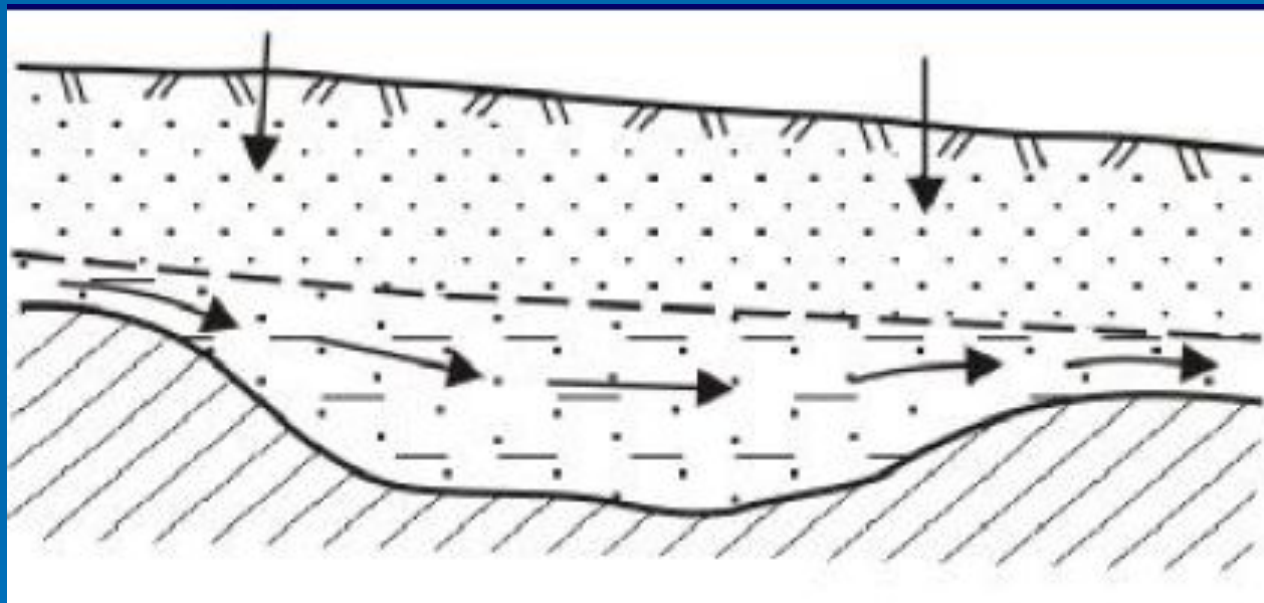


# Грунтовые воды

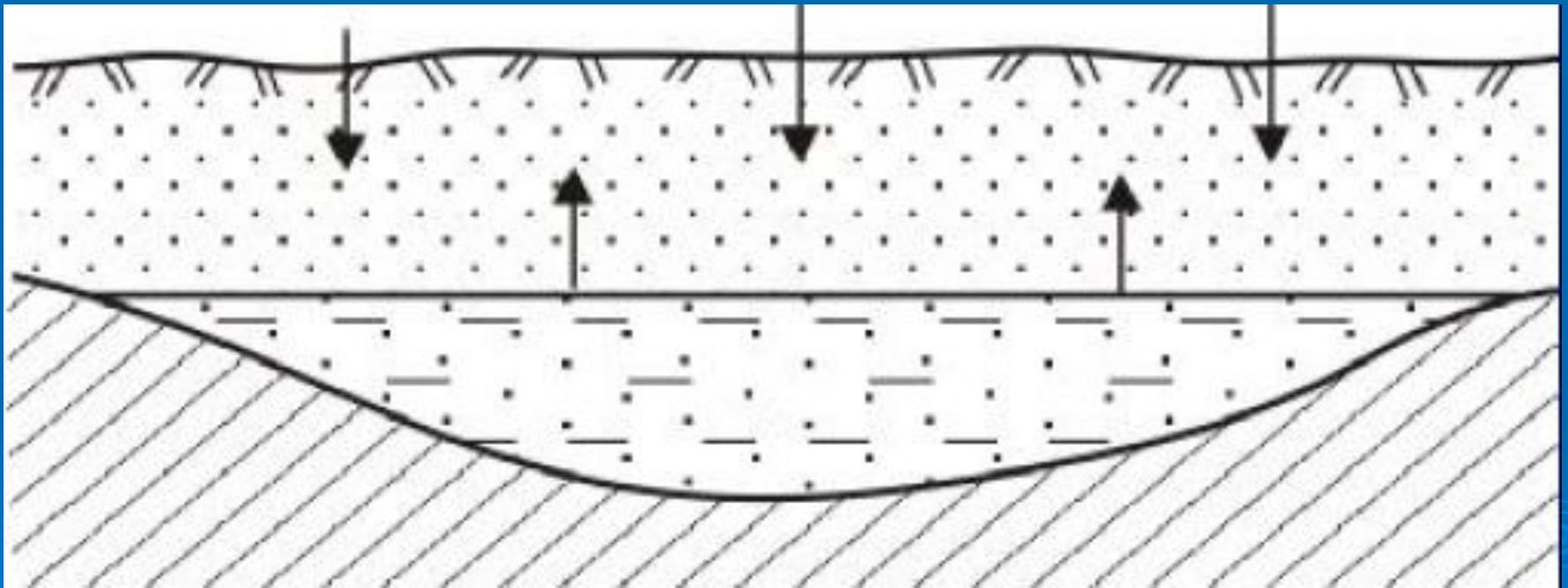
**Грунтовые воды** - свободные (гравитационные) воды первого от поверхности Земли, изменяющегося во времени, но постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом от поверхности выдержанном водоупоре



# Грунтовый поток



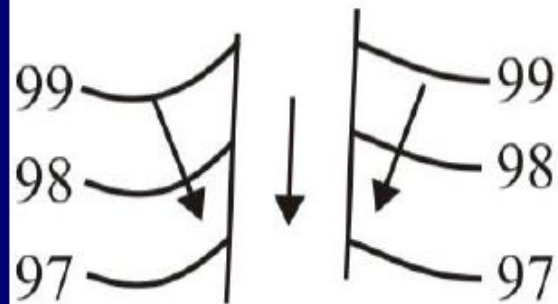
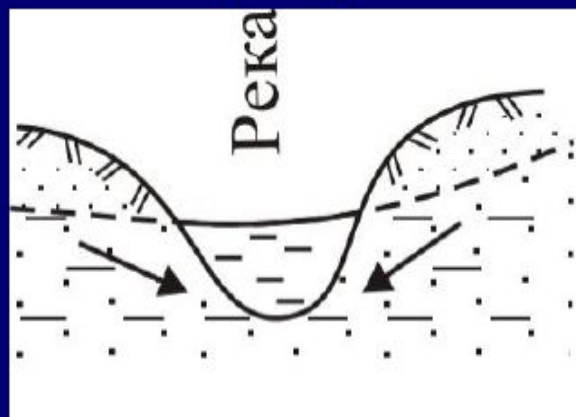
# Грунтовый бассейн



# Соотношение между поверхностными и грунтовыми водами

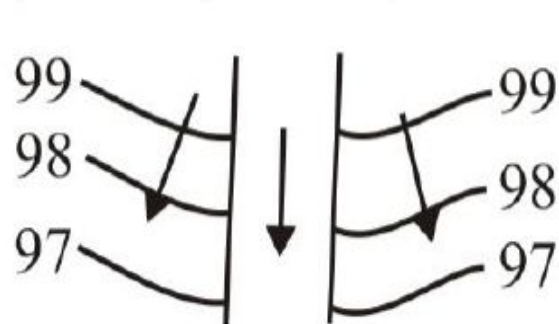
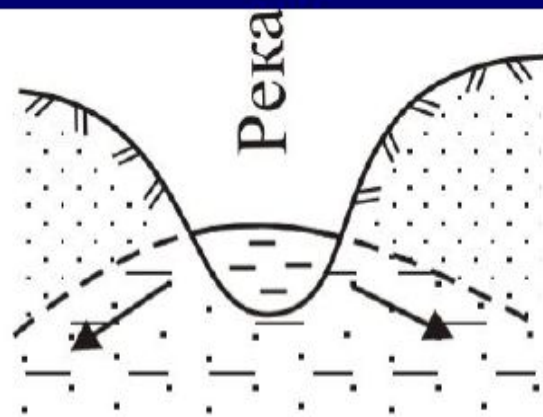


# Грунтовые воды питают реку



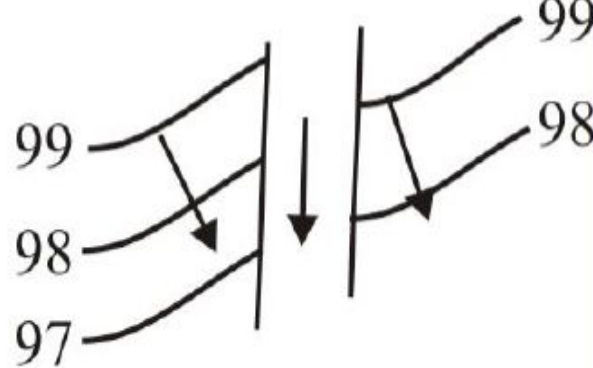
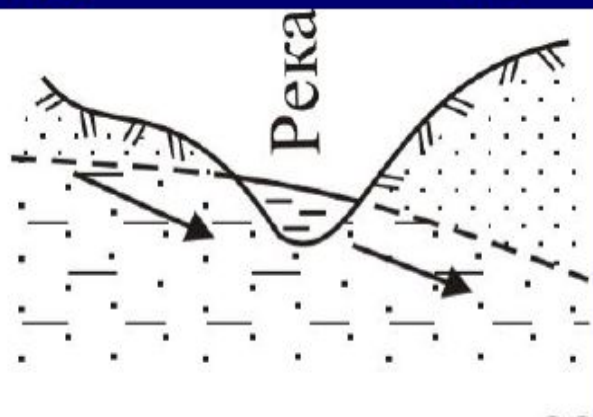
*a*

# Река питает грунтовые воды



*б*

# Река питает и дренирует грунтовые воды

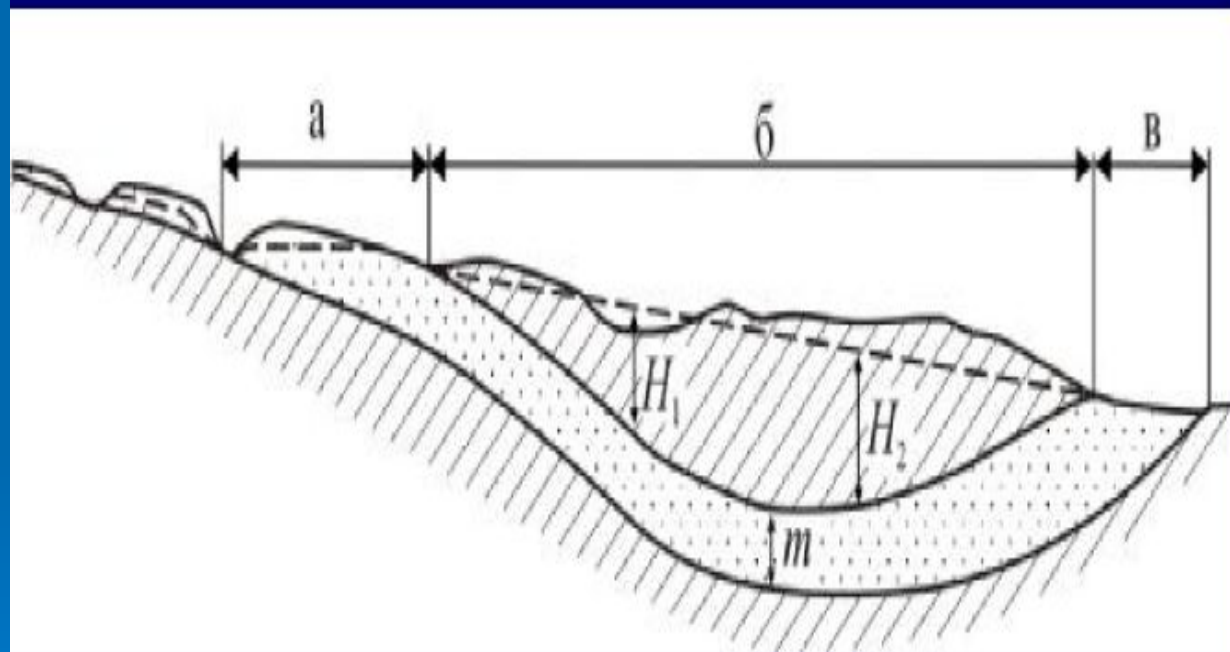


*в*



# Артезианские воды

- ▣ **Артезианские воды** - подземные воды, залегающие между водоупорными или относительно водоупорными пластами, обладающие гидростатическим напором, который обуславливает подъем уровня воды над кровлей при вскрытии скважинами

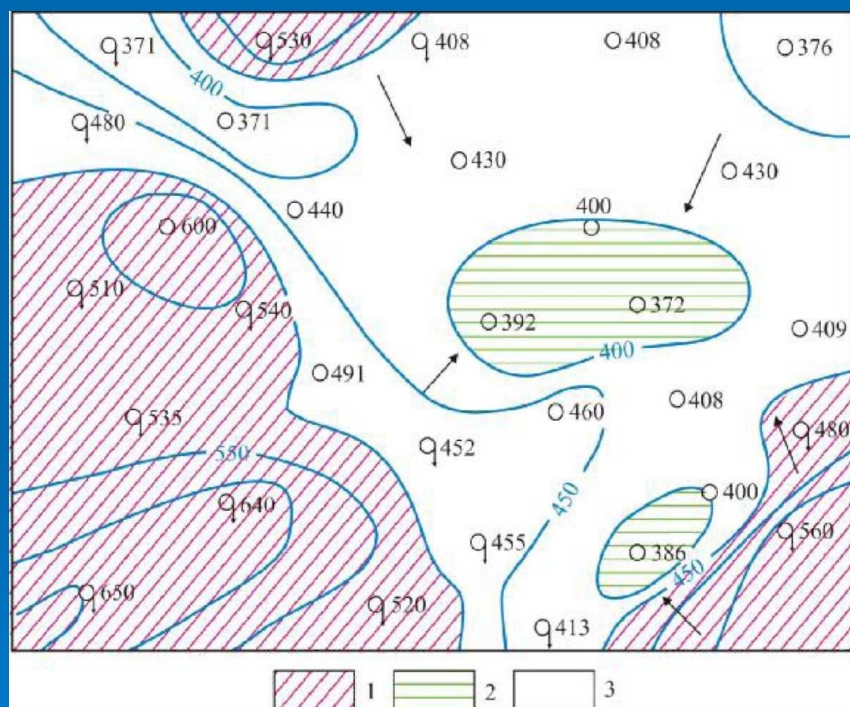


а – область  
питания

б – область  
распространения  
напора

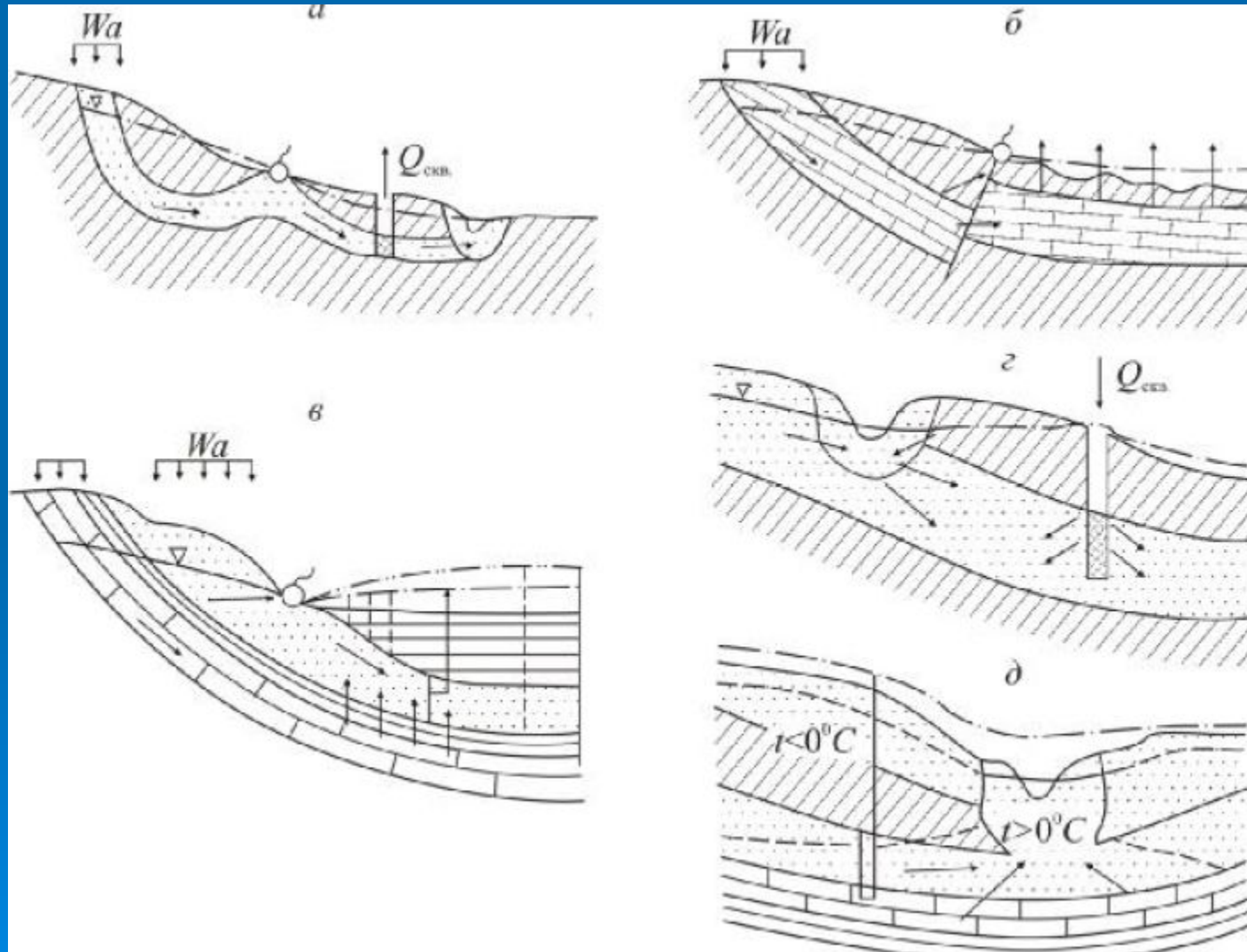
в – область  
разгрузки

# Гидродинамическая карта



- 1- область питания подземных вод
- 2- область разгрузки
- 3- область распространения напора

# Виды областей питания и разгрузки для ГГС с напорными водами



# Трещинные воды

Трещинные воды образуются в трещинах горных пород различного генезиса

## Виды трещинных вод:

- Трещинные воды зоны открытой трещиноватости
- Пластово-трещинные
- Трещинно-жильные

# Карстовые воды

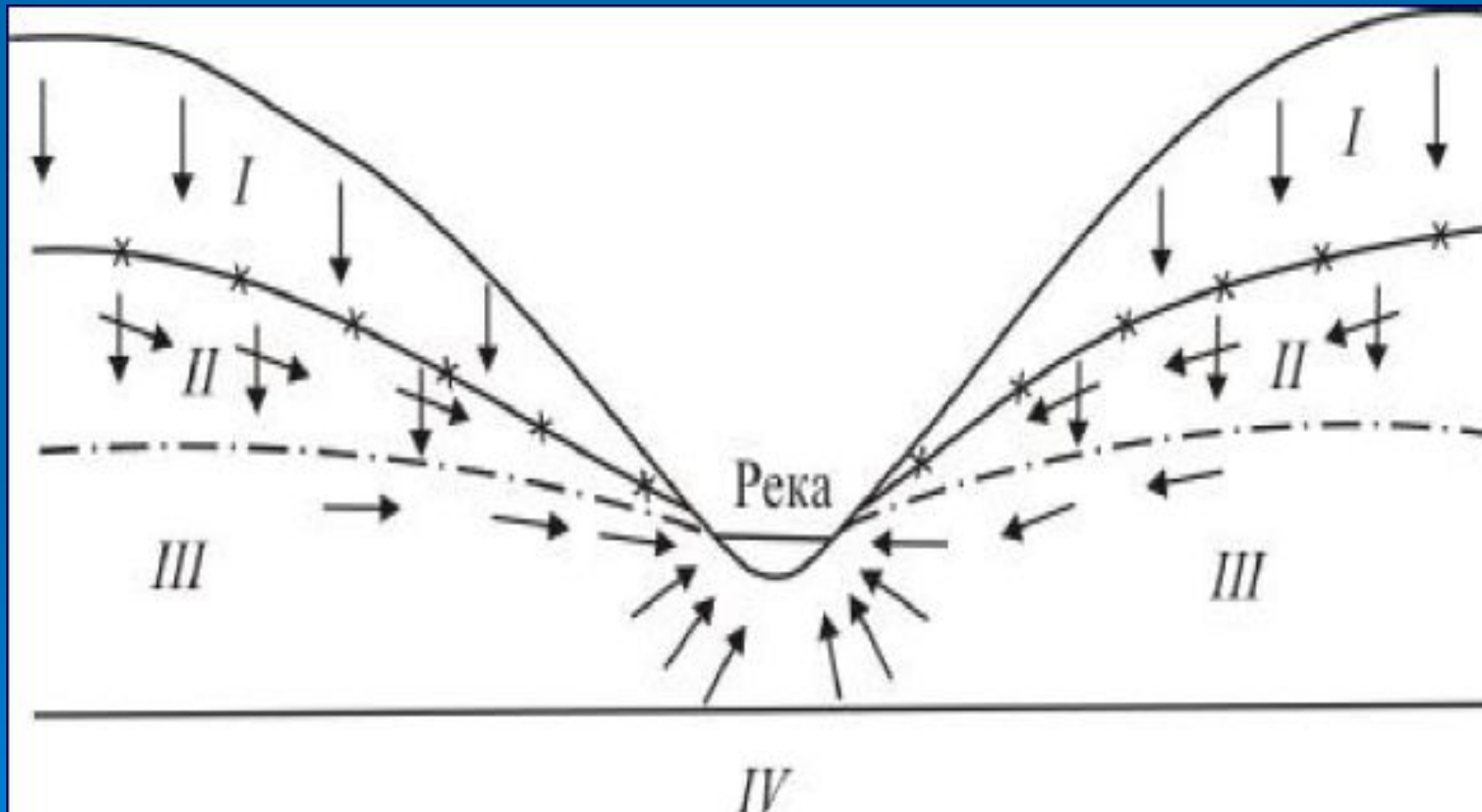
**Карстовые воды** - разновидность трещинных вод; формируются в растворимых горных породах при благоприятных гидрогеологических условиях



# Вертикальная зональность карстовых вод:

- I. Зона вертикального нисходящего движения
- II. Зона сезонного колебания уровней
- III. Зона горизонтального движения
- IV. Зона сезонной циркуляции

# Вертикальная зональность карстовых вод



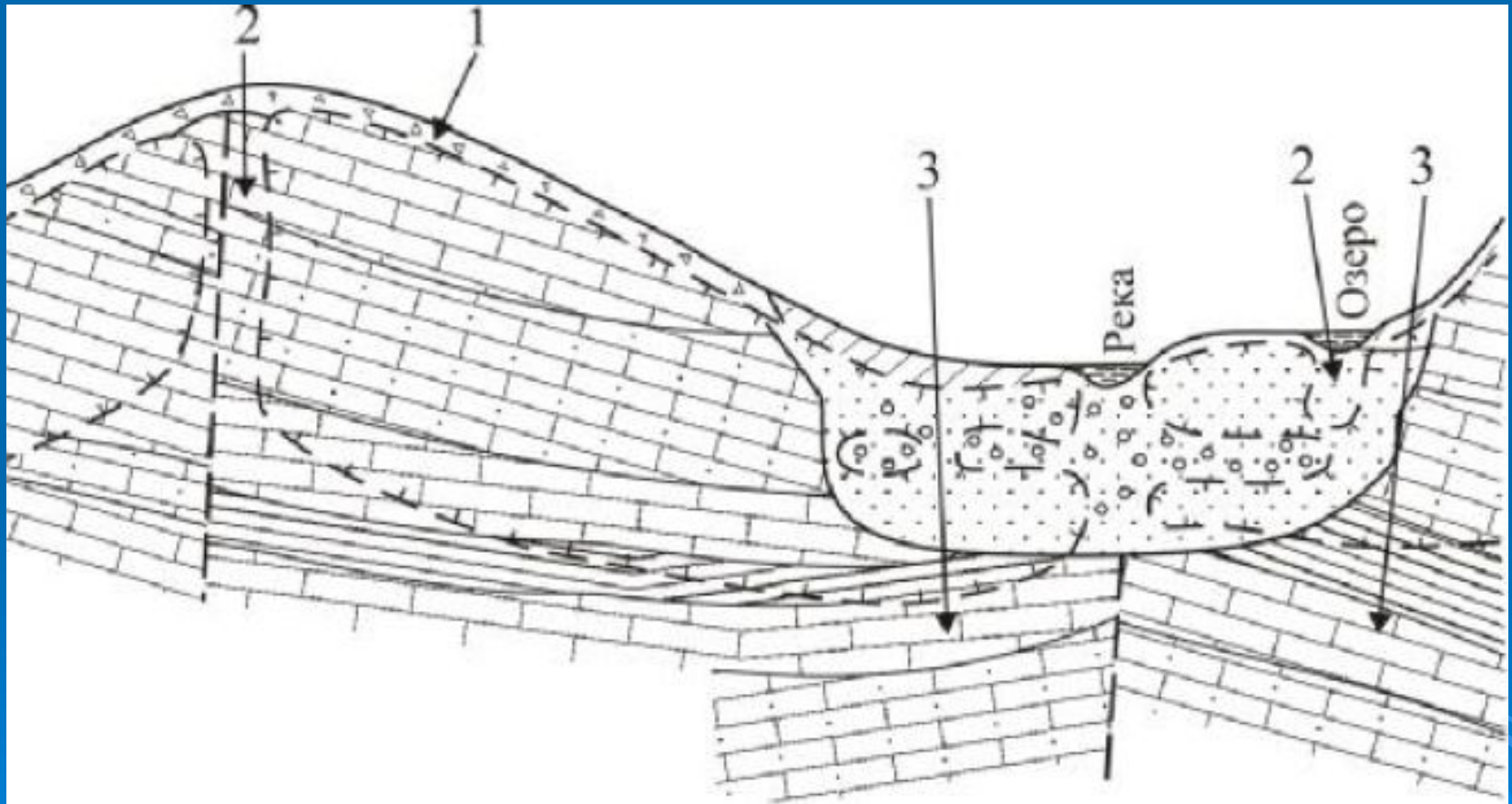


# Подземные воды в многолетнемерзлых породах

Классификация Н.И. Толстихина:

- Надмерзлотные
- Межмерзлотные
- Подмерзлотные





# Минеральные, термальные и промышленные воды

- **Минеральные воды** - природные воды, особенности состава и свойств которых позволяют использовать их в качестве лечебных, промышленных или теплоэнергетических
- **Термальные** - воды с температурой выше 35°C
- **Промышленные** - воды, содержащие полезные компоненты, (Br, I, B и др.) в количестве, обеспечивающем в конкретных гидрогеологических районах их рентабельную добычу и переработку с использованием современной технологии

# Физические свойства ПОДЗЕМНЫХ

- Температура
- Прозрачность
- Цвет
- Запах
- Вкус
- Плотность
- Радиоактивность

# Классификация подземных вод

## О. А. Алекина

### Классы:

- 1. гидрокарбонатные
- 2. сульфатные
- 3. хлоридные

### Группы:

1. Кальциевые
2. Магниевые
3. Натриевые

### Типы :

1.  $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$
2.  $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4$
3.  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4 < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$
4.  $\text{HCO}_3^- = 0$

# Запасы и ресурсы подземных вод

- **Естественные запасы** - это объем гравитационной воды, заполняющей поры, трещины и карстовые пустоты в водовмещающих породах водоносного пласта, комплекса, бассейна

- **Естественные ресурсы** - это величина питания водоносного горизонта в ненарушенных эксплуатацией подземных вод гидрогеологических условиях
- **Эксплуатационные запасы** - это количество подземных вод, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве вод, удовлетворяющем целевому назначению в течение всего расчетного времени эксплуатации

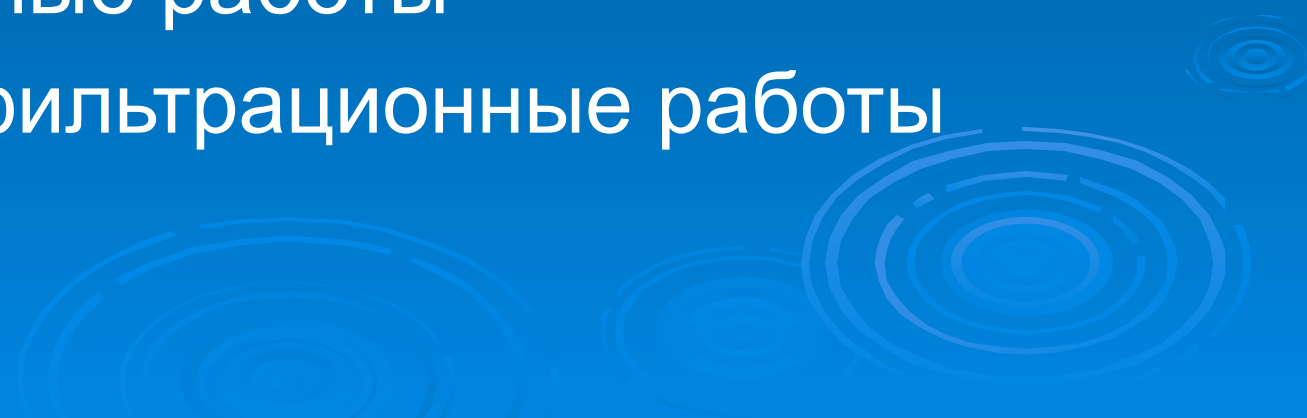
# Методы определения эксплуатационных запасов подземных вод

- Гидродинамический метод ( метод "большого колодца")
- Гидравлический метод
- Балансовый метод
- Метод гидрогеологической аналогии



# Гидрогеологические исследования на месторождениях полезных ископаемых

Виды исследований:

- Сбор, обобщение и обработка материалов предшествующих работ
  - Рекогносцировочное обследование
  - Гидрогеологическая съемка
  - Разведочные работы
  - Опытно-фильтрационные работы
- 

# Методы определения притоков воды в горные выработки

- Гидродинамический метод
- Расчет по коэффициенту водообильности
- Балансовый метод
- Метод гидрогеологических аналогий
- Расчет водопритокков в систему горных выработок

# Гидрогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых



# Физико-химические процессы, формулирующие ионный состав гидрохимической среды

- ▣ **Сорбция** - это поглощение вещества горными породами из природных водных растворов
- ▣ **Гидролиз** - реакция обменного разложения между водой и различными химическими соединениями

# Физико-химические процессы, формулирующие ионный состав гидрохимической среды

- **Гидратация** - процесс связывания частиц растворимого в воде вещества с молекулами воды
- **Дегидратация** - процесс выделения воды из минералов и горных пород
- **Выщелачивание** - процесс избирательного растворения и выноса отдельных компонентов горных пород
- **Растворение**

# Формы миграции химических элементов

- Истинно-растворенная
- Коллоидная
- Взвешенная



# Экзогенные геологические и инженерно-геологические процессы и явления



# Группы геологических процессов и явлений

Процессы	Явления
Деятельность поверхностных вод	Подмыв и разрушение берегов морей, озер, речных берегов, овражно-балочные явления
Паводки на горных реках	Сели
Деятельность поверхностных и подземных вод	Заболачивание территорий, просадочные явления, карст
Деятельность подземных вод	Плывуны, суффозионные явления
Действие гравитационных сил	Оползни, обвалы
Промерзание и оттаивание пород	Термокарст, морозное пучение, наледи
Действие внутренних сил в	Набухание, осадка, разуплотнение



# Горно-геологические явления при подземных работах

- Сдвигение горных пород
- Пучение горных пород
- Отжим горных пород и пластов угля
- Горные удары и внезапные выбросы угля и газа



# Горно-геологические явления при открытых работах

- Оползни
- Обрушения и обвалы
- Осыпи
- Оплывины



Инженерно-геологические  
исследования при разведке и  
разработке месторождений  
полезных ископаемых



# Факторы, оказывающие влияние на инженерно-геологические условия

- **Физико-географические условия** - климат, рельеф, растительный покров, гидрологические условия
- **Геологическое строение** - структура месторождения, литологический и петрографический состав пород, их фациальная изменчивость, условия залегания и тектоническая нарушенность
- **Гидрогеологические условия** - характер и степень водоносности пород, количество и мощность водоносных горизонтов, их фильтрационные свойства, условия питания и дренажа подземных вод и их связь с поверхностными водотоками, величины гидростатического давления

# Стадии инженерно-геологических исследований по стадиям разведки и освоения месторождений полезных ископаемых

- Поиски
- Предварительная разведка
- Детальная разведка
- Проектирование горнодобывающего предприятия
- Строительство горнодобывающего предприятия
- Ликвидация горнодобывающего предприятия