

Подземная гидросфера

Лекция №1

1. Происхождение, состав, динамика подземных вод (ПВ)
2. Строение подземной гидросферы (ПГ)
3. Проблемы, связанные с вещественным загрязнением, истощением, изменением гидродинамического режима ПВ

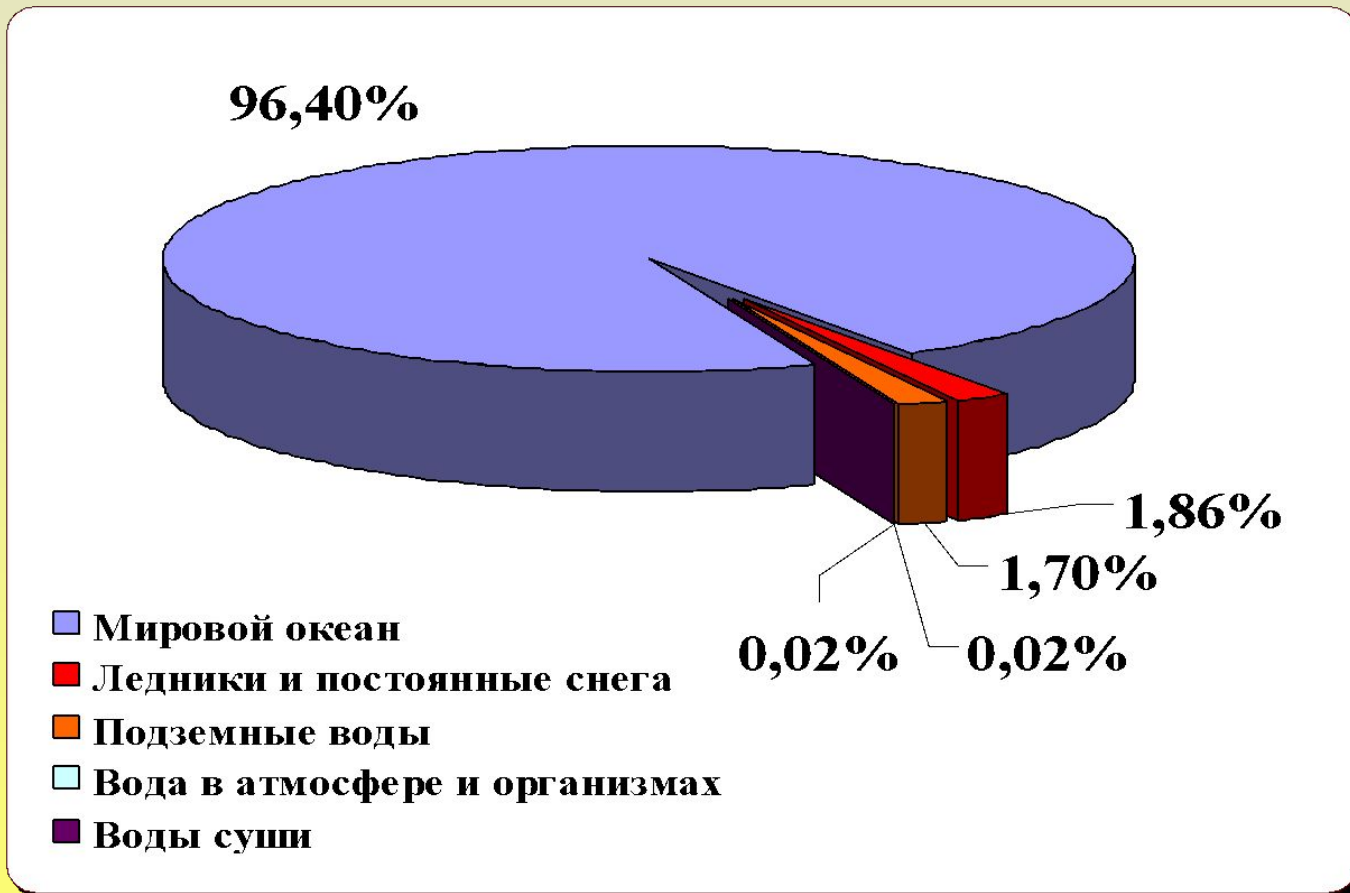
УЧЕБНИКИ:

- Экологическая гидрогеология / Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. 2006
 - Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: Учебное пособие / Королев В.А. 2007
 - Мониторинг геологической среды/Королев В.А., 1995
-

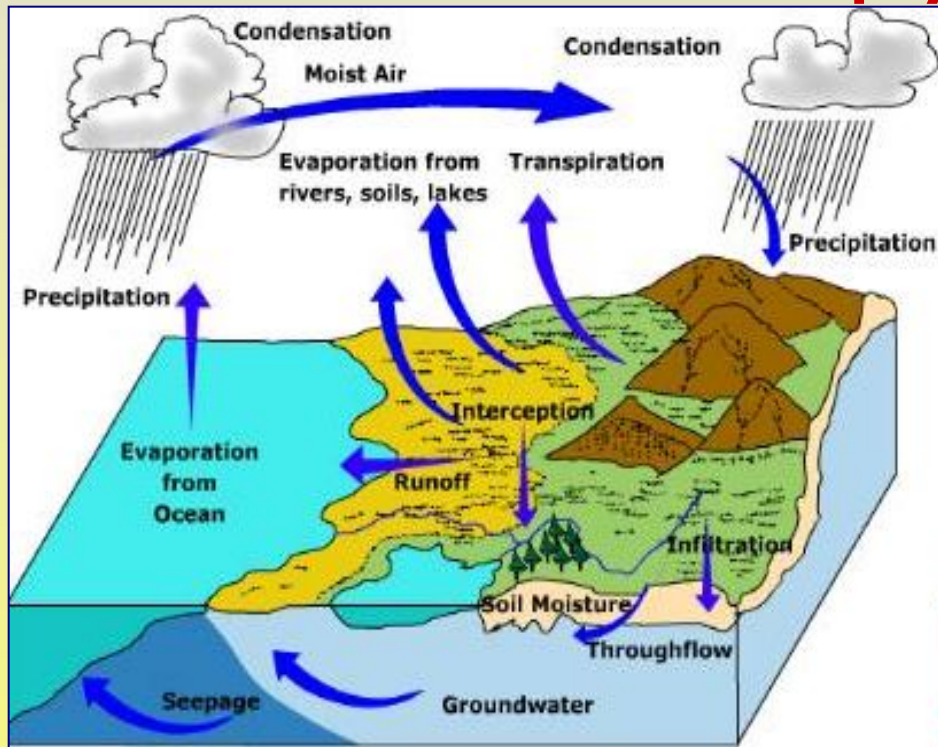
КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ:

- Практические задания и тесты
 - Курсовая работа
 - Экзамен
-

Состав гидросферы Земли

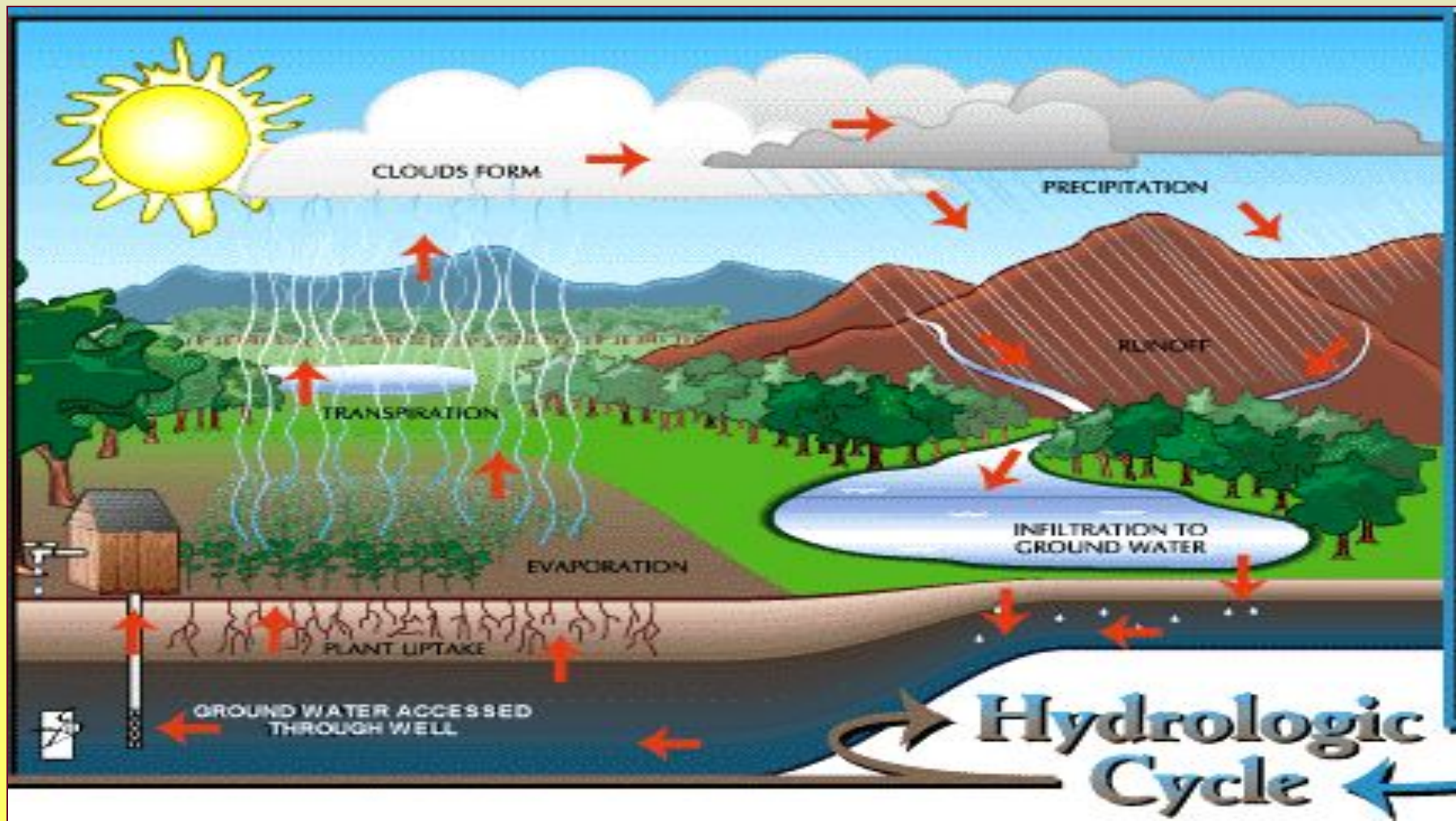


Глобальный круговорот воды



- **Поступление воды в атмосферу:** испарение от поверхности океана и суши
- **Поступление воды на сушу:** осадки из атмосферы
- **Поступление воды в океан:** осадки из атмосферы, поверхностный, речной и ледниковый сток, подземный сток

Континентальный круговорот воды

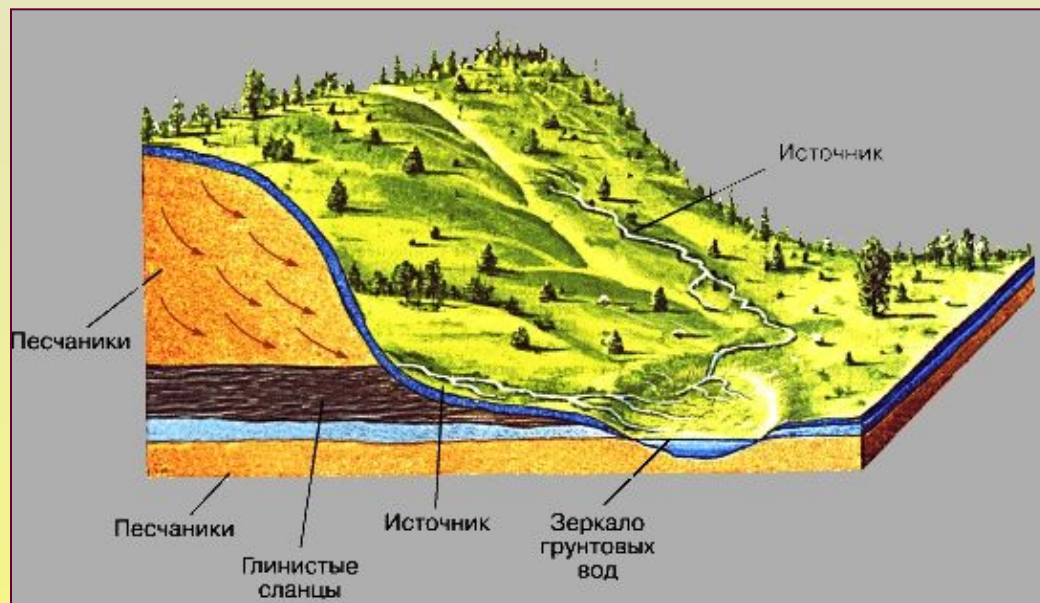


Малый круговорот воды над океаном



Естественные выходы подземных вод на дневную поверхность

- Родники
- Гейзеры
- Колодцы
- Карстовые пещеры
- Подземные реки



Происхождение подземных вод: различные типы

1. Метеорная (*атмосферная*) вода – выпадает на землю в виде дождя или снега
 2. Погребенная (*реликтовая*) вода – остается в горной породе со времени образования породы как осадка
 3. Магматическая (*ювенильная*) вода – выделяется из магматических тел при кристаллизации магмы
-

Виды воды в горных породах

1. Кристаллизационная – в составе минералов
 2. В виде льда
 3. В виде пара
 4. Прочносвязанная – удерживается силами межмолекулярного сцепления (глины)
 5. Рыхлосвязанная – толстая пленка, способная к перераспределению
 6. Капиллярная – удерживается силами поверхностного натяжения
 7. Гравитационная – перемещается под действием силы тяжести
-

Особенности, определяющие содержание и движение подземных вод в горных породах

1. **Пористость** – отношение объема порового пространства к общему объему горной породы.

Пример: 1 л песка содержит 0,3 л воды, пористость = 30%.

2. **Проницаемость** – способность горной породы пропускать через себя воду. Зависит от

- размера и формы пор,
- от характера соединения пор между собой.

Проницаемые горные породы всегда пористые, но не всегда пористые породы являются проницаемыми (пример: вулканическая пемза)

Изменение пористости в зависимости от состава горных пород:

Выветрелые слоистые горные породы гораздо более пористые, чем массивные магматические горные породы.

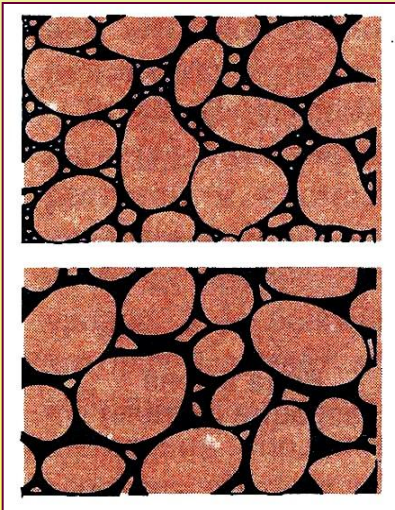
Пористость может изменяться от

- **1%** - в нетрециноватых гранитах,
до
 - **40%** и более - в
слабосцементированных песчаниках
-

Факторы, которые влияют на пористость:

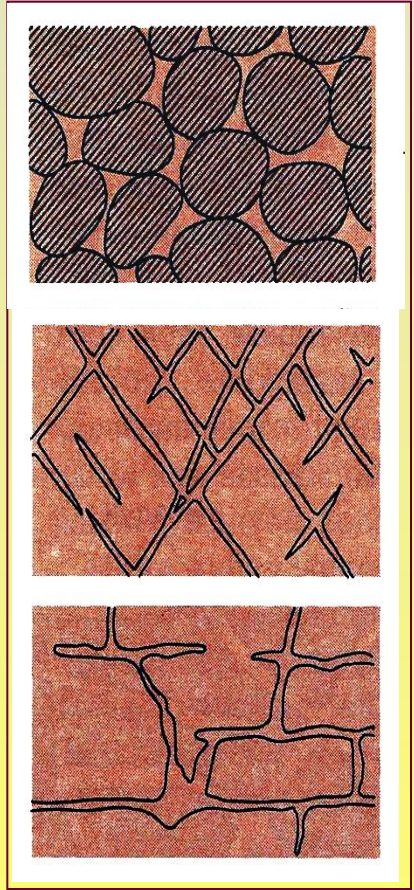
❑ Отрицательно

1. Плохая сортировка частиц
2. Цементация горной породы



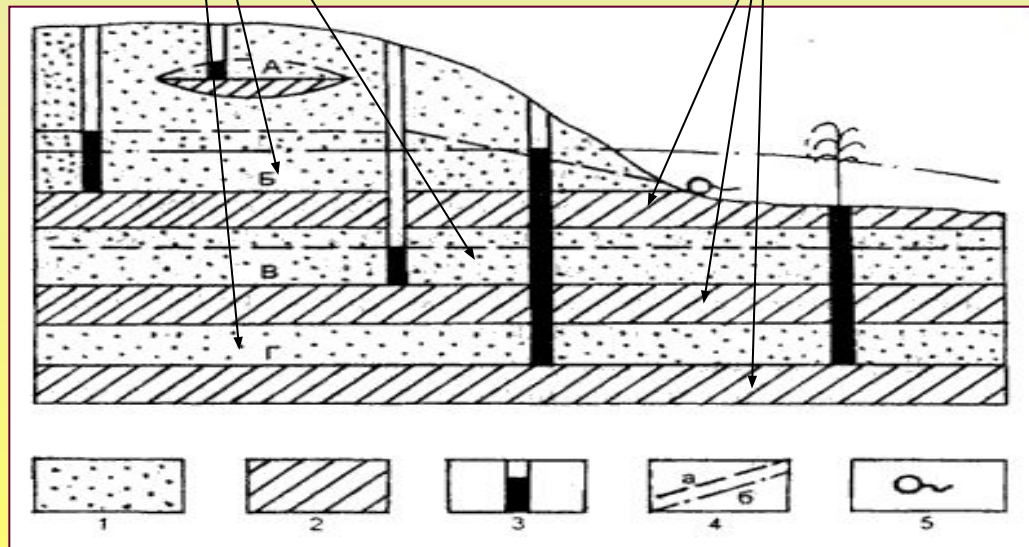
❑ Положительно

1. Хорошая сортировка
2. Наличие трещин и поверхностей напластования, крупных разломов
3. Увеличение трещин за счет растворения



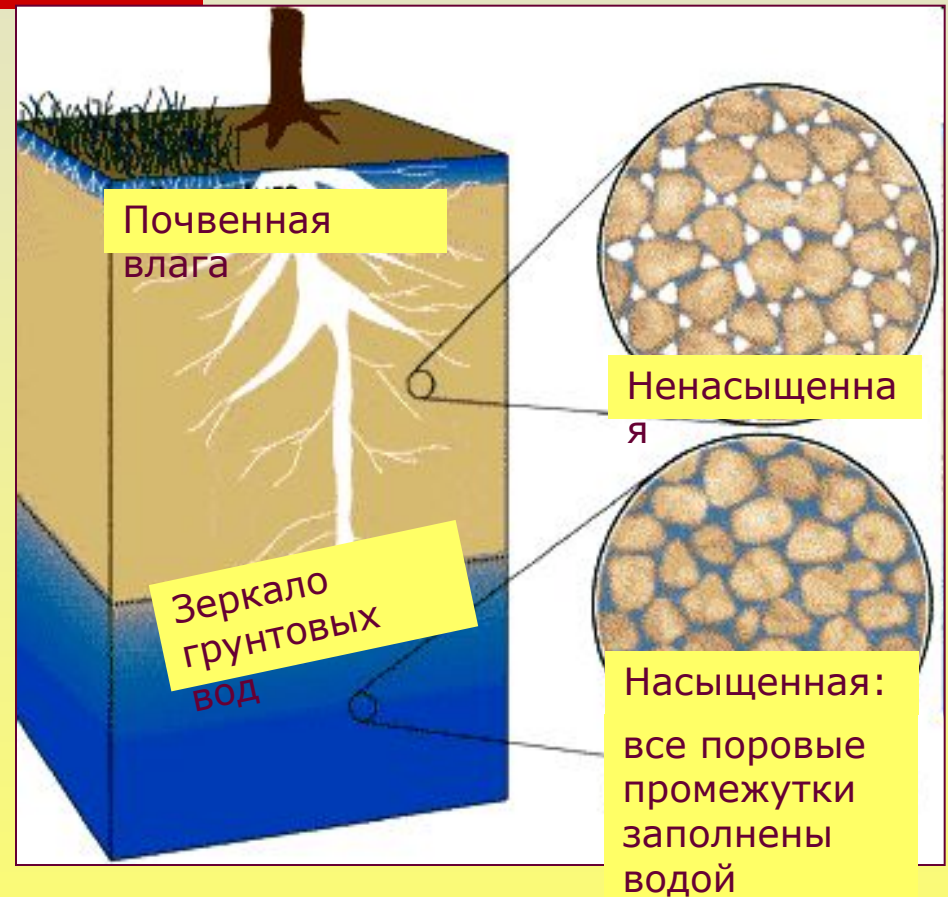
Проницаемость горных пород

- Проницаемые слои – водоносные горизонты
- Непроницаемые слои – водоупоры



Зональность грунтовых вод

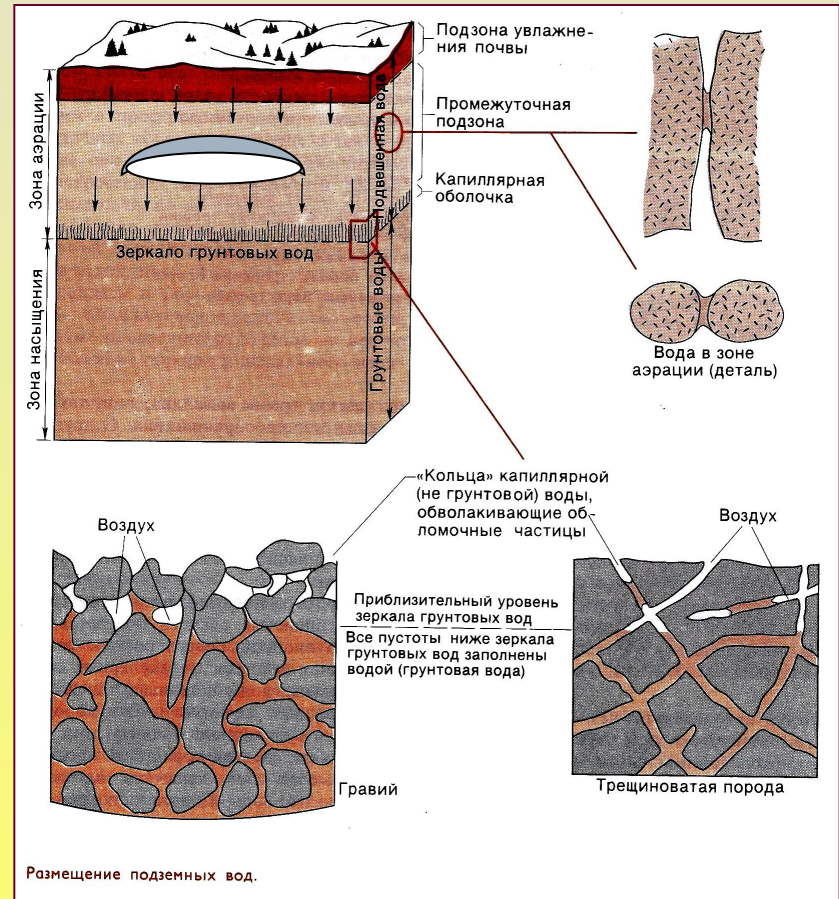
1. Зона аэрации – зона, где поровое пространство заполнено **и водой, и воздухом**
2. Зона насыщения – зона, где поровое пространство заполнено **только водой**, в верхней части расположено **зеркало грунтовых вод**



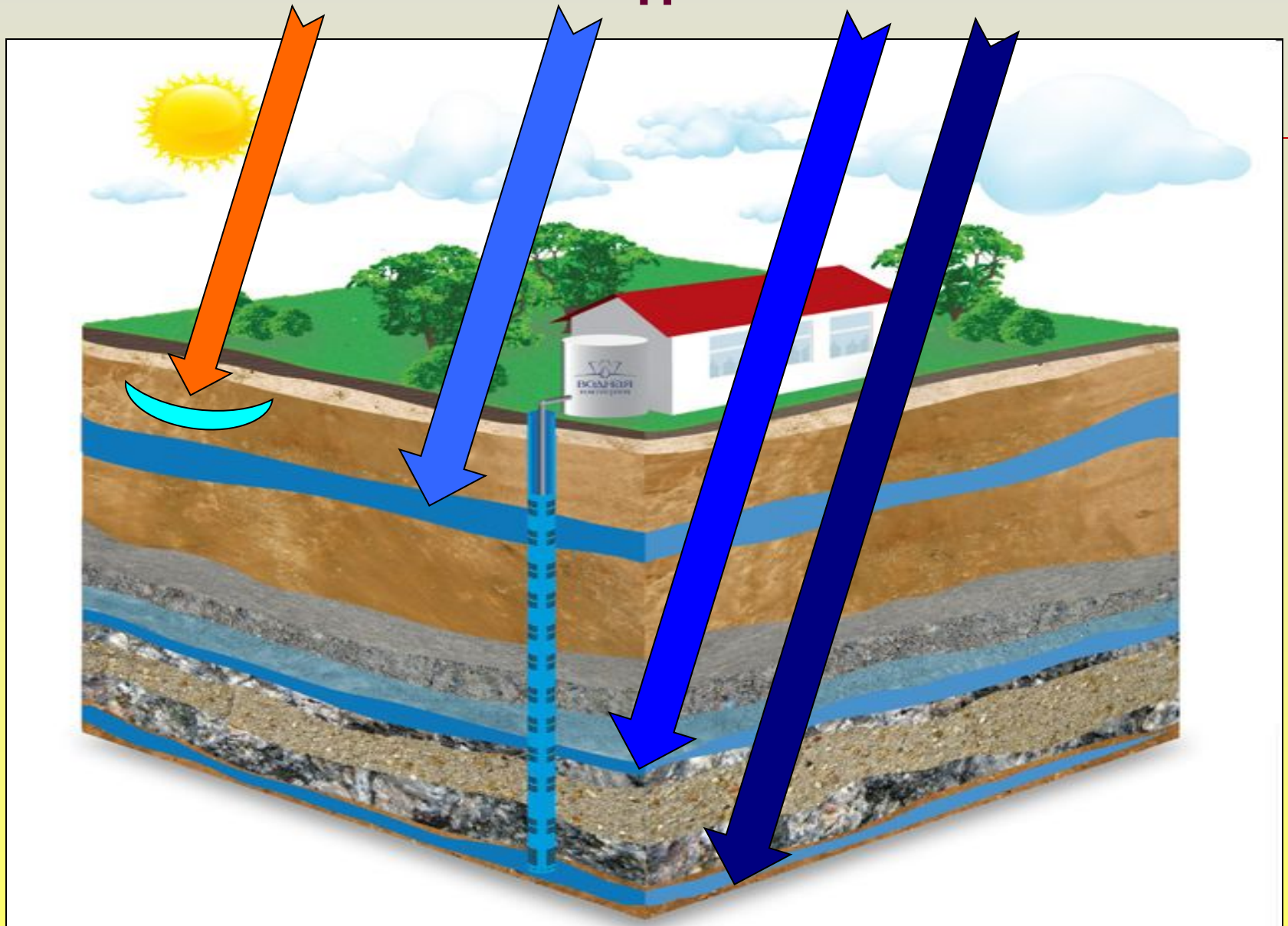
Зеркало грунтовых вод – граница зоны аэрации и насыщения.

Строение зоны аэрации:

- Подзона увлажнения: активное взаимодействие с растениями
- Промежуточная подзона: подзона транзита поверхностных вод, может содержать верховодку
- Капиллярная оболочка: содержит воду, проникающую выше зеркала грунтовых вод по капиллярам



Верховодка, грунтовые и артезианские ВОДЫ



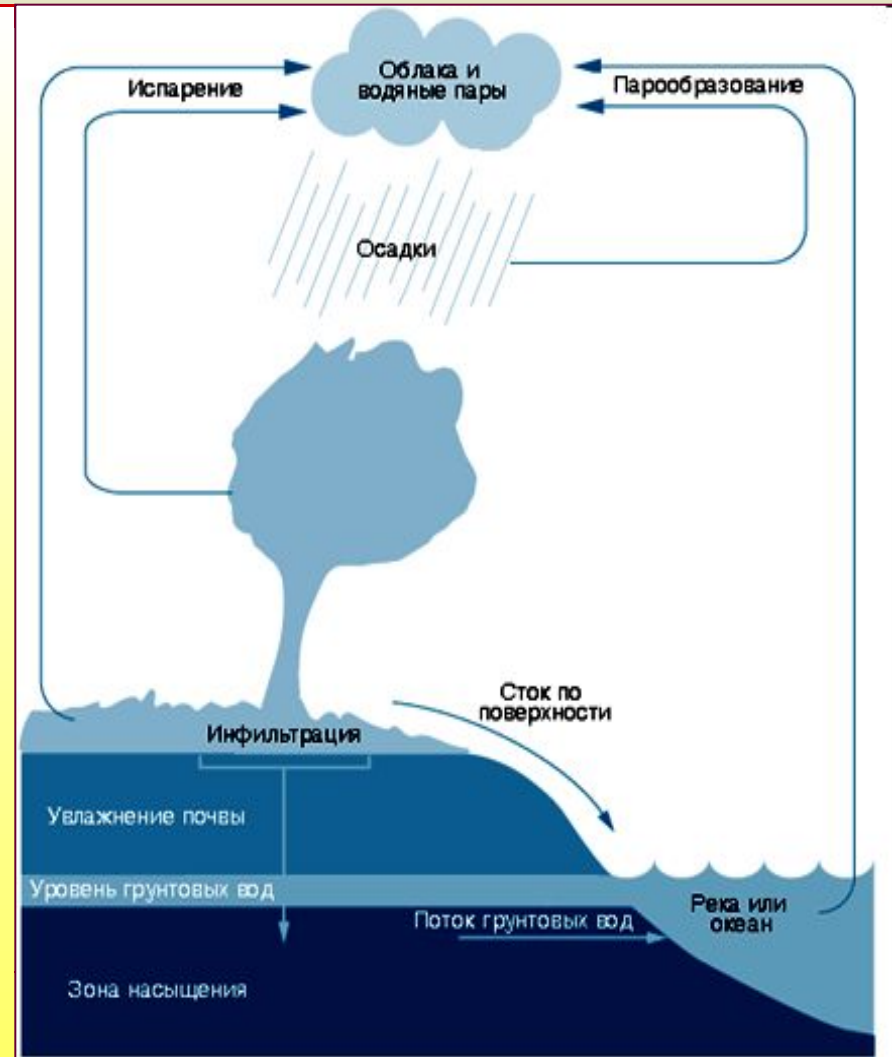
Артезианские воды:



Инфильтрация: просачивание воды вниз сквозь зону аэрации к зоне насыщения.

На инфильтрацию влияют:

1. Количество и интенсивность выпадающих осадков
2. Рельеф местности
3. Проницаемость субстрата
4. Характер растительности



Инfiltrация, сток, испарение – основные способы удаления воды с поверхности

1. Инfiltrация

- Если почва недонасыщена влагой
- Пологая поверхность
- Растения
- Наклонное залегание слоев



2. Сток

- Если почва насыщена влагой
- Крутая поверхность
- Отсутствие растительности
- Горизонтальное залегание слоев

3. Испарение – максимально при обилии растительности в условиях жаркого климата

Движение подземных вод: фильтрация

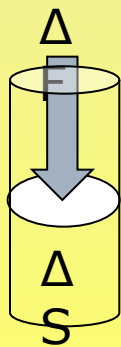
Фильтрация – медленное течение воды по сообщающимся порам и мелким трещинам

Фильтрация зависит от:

- Гидростатического давления
 - Наклона зеркала грунтовых вод
(*гидравлического=напорного градиента*)
 - Фильтрация на максимальную глубину происходит:
 1. Вдоль наклона пластов
 2. По разломам
-

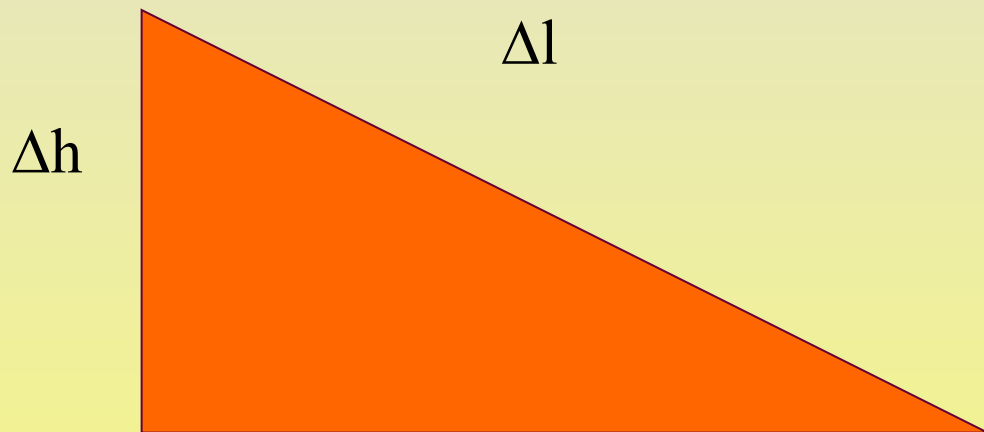
Гидростатическое давление:

- **Гидростатическое давление** – давление жидкости в какой-либо точке, обусловленное весом вышележащей жидкости
(величина, равная отношению модуля силы давления F , действующей перпендикулярно поверхности, к площади S этой поверхности)



$$p = \frac{| \Delta F |}{\Delta S}$$

Напорный (гидравлический) градиент



$$I = \Delta h / \Delta l$$

- Δh – разница высот (уклон)
 - Δl – пройденное потоком расстояние
 - I – напорный градиент
-

Количественная оценка течения грунтовых вод

Закон Г. Дарси (1856 г.):

Расход воды **Q** равен произведению скорости течения **V** подземного потока на площадь поперечного сечения **S**

водоносного горизонта

$$Q = VS$$

ил
и

$$Q = PIS$$

Скорость течения равна произведению коэффициента проницаемости **P** на напорный градиент **I**

$$V = PI$$

Области питания и разгрузки подземных вод



Движение подземных вод к поверхностям разгрузки

Зеркало грунтовых вод плавно повторяет изгибы земной поверхности. На возвышенных участках – грунтовые воды располагаются гипсометрически выше, на пониженных – ниже.

Фильтрация грунтовых вод происходит по направлению от возвышенных участков к пониженным – областям разгрузки.

Области разгрузки подземных вод: долины рек, озера, болота, моря и океаны.



Подземные воды и реки на поверхности земли

Течение подземных вод **ламинарное**, **скорость течения невысокая**: от нескольких мм до нескольких метров в день

(намного меньше скорости течения рек)

Большая часть рек питается подземными водами из источников и за счет общего просачивания

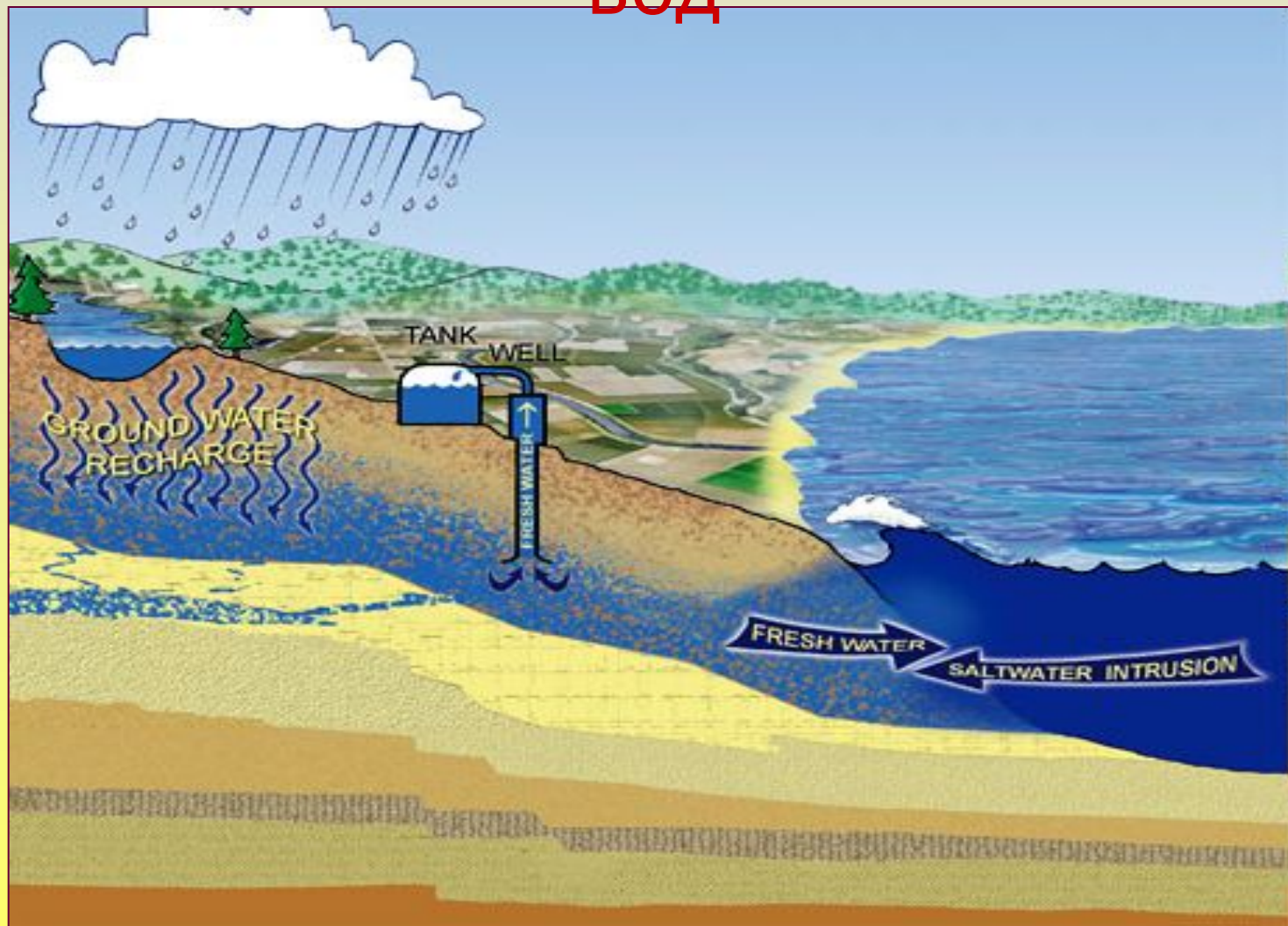
Эфлюентные реки: питаются подземными водами, так как **зеркало грунтовых вод** находится **выше** уровня рек

Инфлюентные реки: питают подземные воды, так как **зеркало грунтовых вод** находится **ниже** уровня рек

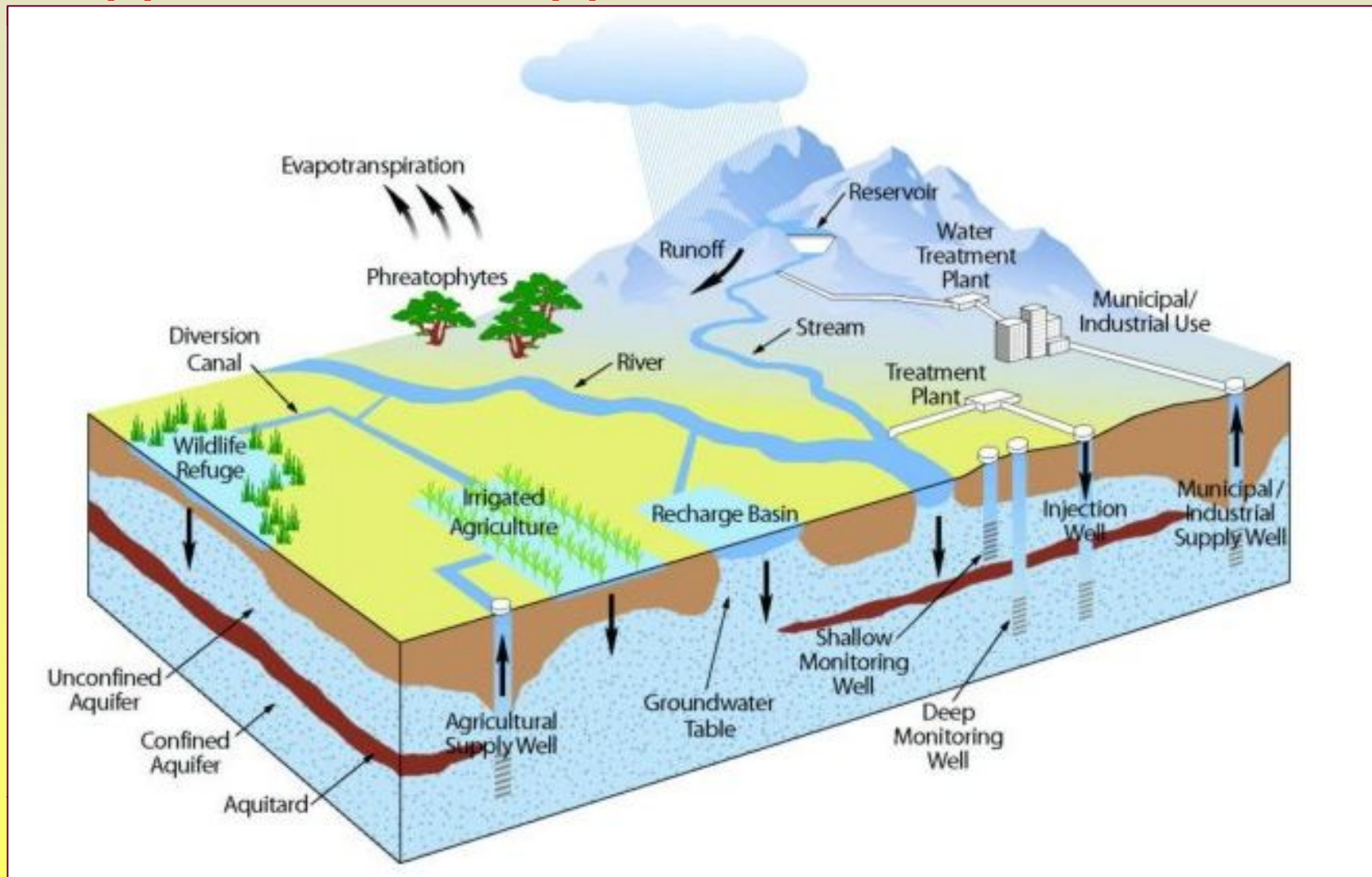
Взаимодействие рек и подземных вод

- Во время паводков, когда уровень воды в реке поднимается выше зеркала грунтовых вод, реки питают подземные воды
 - Во время засухи уровень рек опускается ниже уровня грунтовых вод, и тогда подземные воды питают реки
 - Река на различных участках может поочередно то питать подземные воды, то питаться за счет них – в зависимости от взаимного расположения уровня реки и зеркала грунтовых вод и от проницаемости ложа реки
-

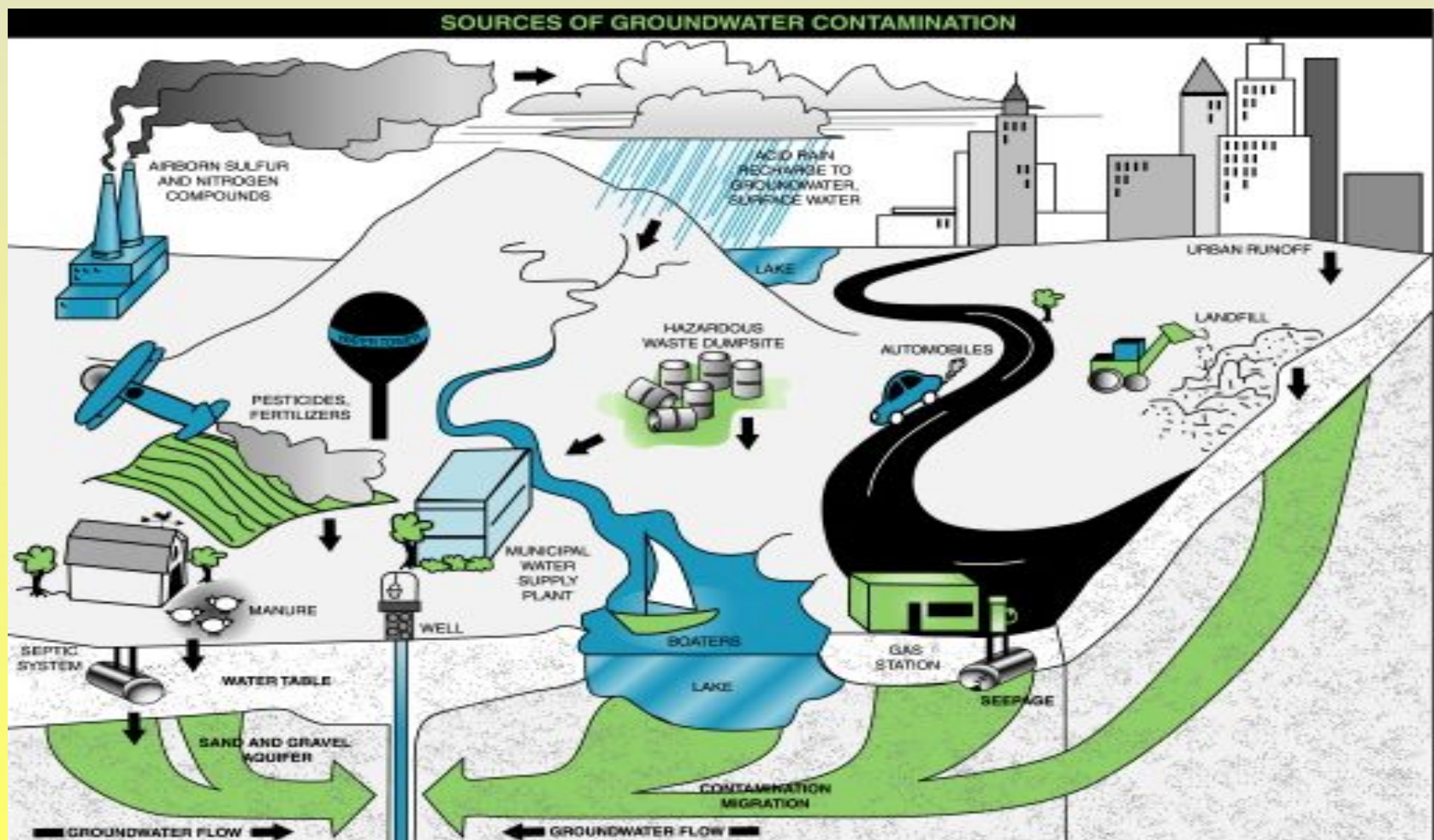
Взаимодействие ПВ и морских акваторий. Засоление подземных вод



Взаимодействие поверхностных и подземных вод. Мониторинг подземных вод.



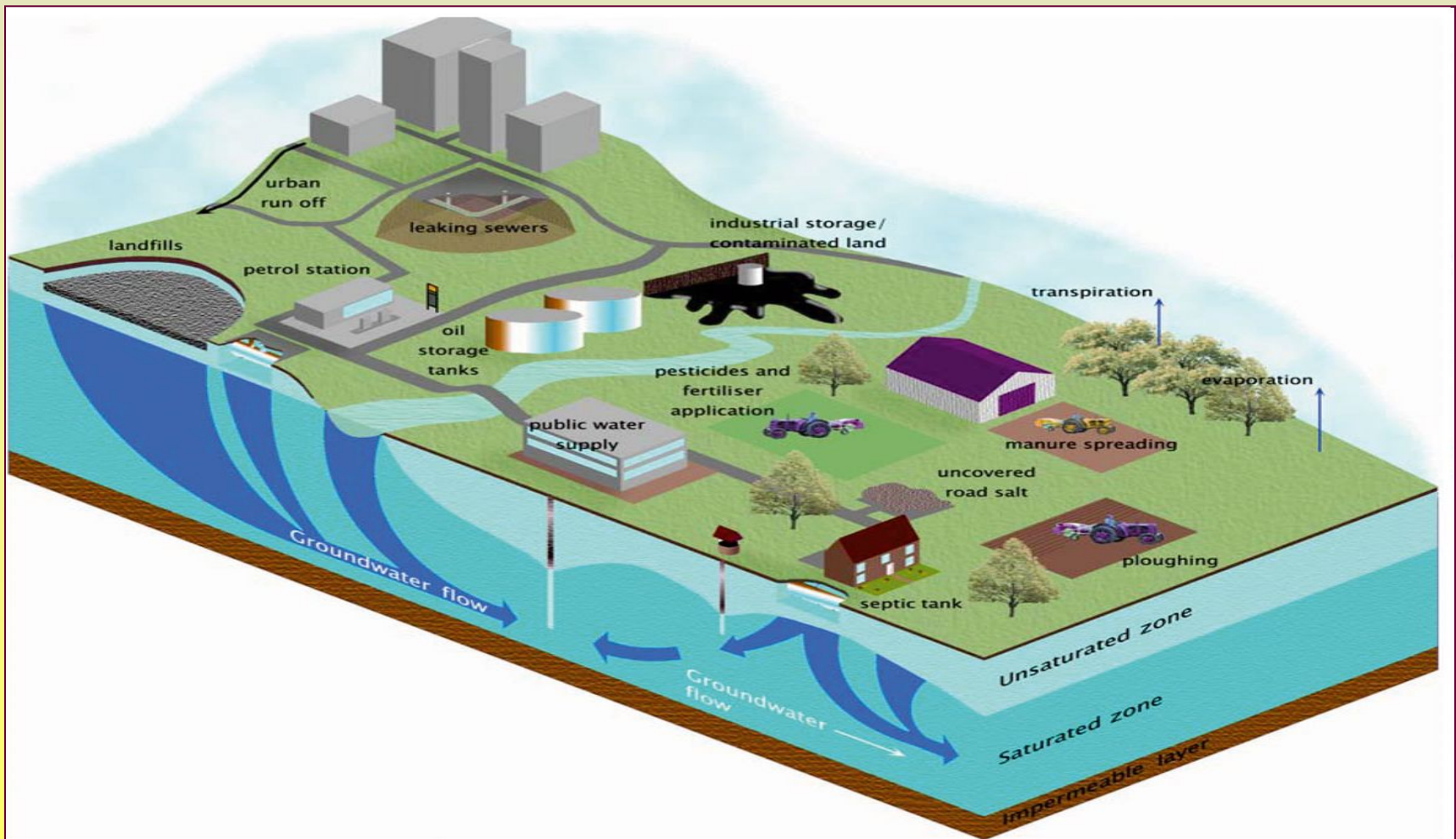
Загрязнение подземных вод – основные источники



Загрязнение подземных вод – основные источники

- Промышленность (!горнодобывающий комплекс)
 - Сельское хозяйство (растениеводство, животноводство)
 - ЖКХ: свалки, септики, подземные коммуникации, канализация, поверхностный сток
 - Подземные захоронения химических и радиоактивных отходов
 - Водный, наземный, воздушный транспорт
-

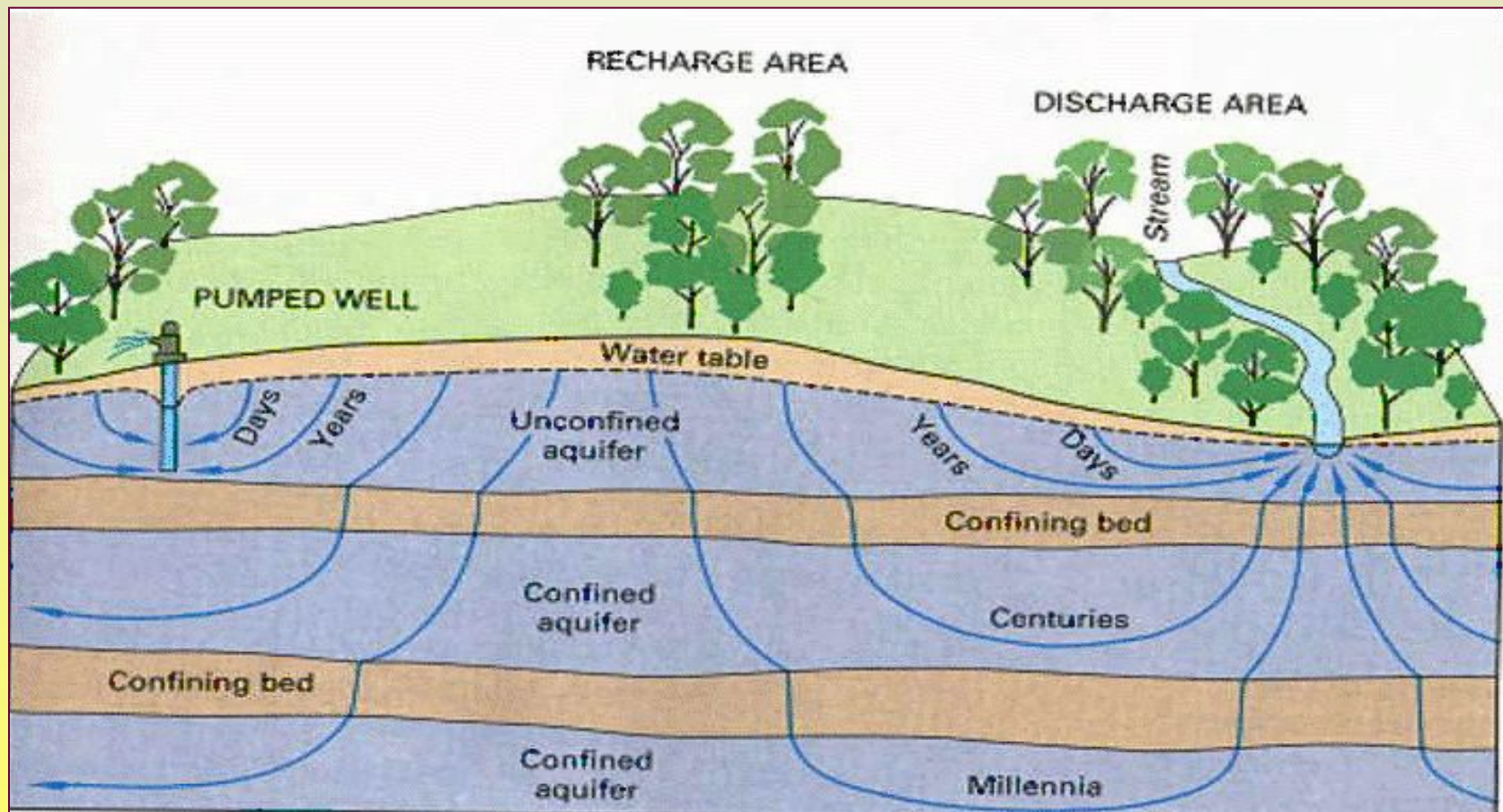
Пути загрязнения подземных вод: инфильтрация стоков, растворение г.п. водовмещающей среды, засоление морскими водами или водами более глубоких горизонтов, закачка отходов в скважины



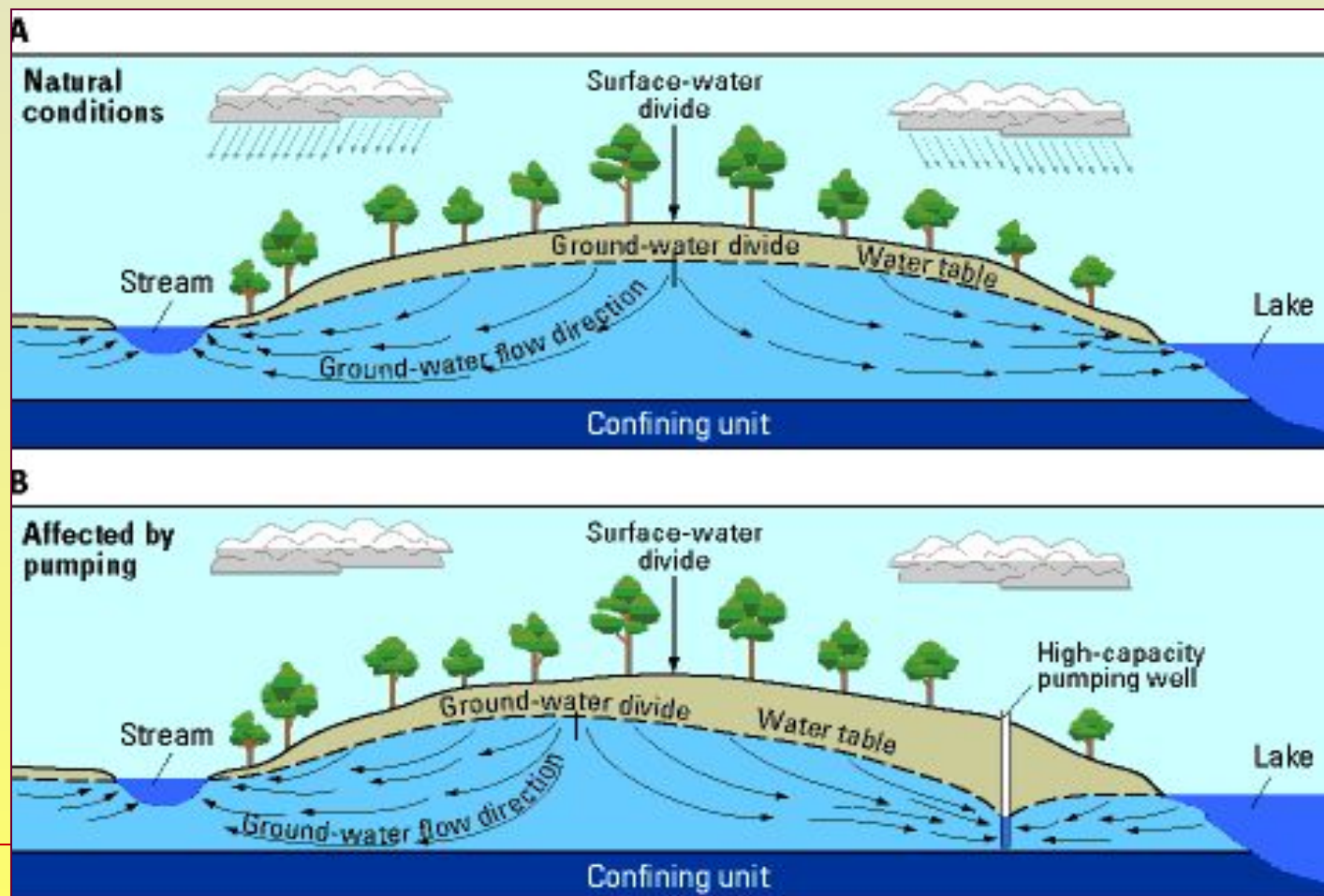
Нарушение гидродинамического режима ~~подземных вод~~

1. Снижение напоров водоносных горизонтов
2. Формирование воронок депрессии
3. Изменение направления движения подземных потоков
4. Схлопывание водоносных горизонтов
5. Уменьшение проницаемости водовмещающей среды

Формирование воронки депрессии при водоотборе, выбор положения скважины



Влияние скважин на движение грунтовых вод



Техногенные физические воздействия на состояние ПВ и водовмещающей среды

Последствия

- Нагрев
 - Радиационное заражение
 - Статическая и динамическая нагрузка
 - Растворение водовмещающих горных пород
 - Распространение радиоактивных элементов вдоль водоносных горизонтов, просачивание на участках слабой защищенности ПВ
 - Уплотнение водовмещающей среды водоносных горизонтов, уменьшение их фильтрационной способности
-