

**Лекционный курс по дисциплине «Науки о Земле
(геология, география, почвоведение)»
для студентов направления подготовки «Биология»
(уровень бакалавриата) в 2019-2020 учебном году**

Лекция №5

Гидрогеология

Изучаемые вопросы:

Понятие о подземных водах и закономерности их движения. Свойства горных пород по отношению к воде. Вода в горных породах (связанная, капиллярная, свободная, парообразная). Общее распределение воды в земной коре. Происхождение и классификация подземных вод. Законы фильтрации подземных вод. Физические свойства подземных вод. Химический состав подземных вод. Понятие о минеральных, лечебных, промышленных и энергетических водах. Процессы формирования химического состава подземных вод. Оценка пригодности подземных вод для целей водоснабжения и орошения. Агрессивность подземных вод. Защита подземных вод и их охрана. Режим и баланс подземных вод. Прогноз режима подземных вод. Искусственное воспроизведение запасов пресных подземных вод. Запасы подземных вод и их охрана. Источники загрязнения подземных вод.

Гидрогеология (по С.Л. Шварцеву)

- Гидрогеология является частью геологии и изучает подземные воды на основе анализа истории развития земной коры в тесной связи с горными породами, слагающими литосферу, и ее структурными особенностями.
- Гидрогеология — это наука о геологии воды.

В результате современные проблемы гидрогеологии в основном сводятся:

- К повышению надежности и обоснованности гидрогеологических прогнозов при решении актуальных практических задач. Для этого требуется:
 - Совершенствование моделей, протекающих в подземных водах, включая модели связанных процессов (плотность воды-концентрация, плотность-температура, напоры подземных вод и деформация водовмещающих пород) и реактивного переноса компонентов в подземных водах
 - Совершенствованием методов гидрогеологических исследований, направленных на обоснование параметров, этих моделей
 - Разработка методов моделирования гидрогеологических процессов с количественной оценкой достоверности результатов

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, океаны.



Водные свойства горных пород

- Количество подземных вод, скорость движения, качество зависят от определенных свойств горных пород, которые называют физическо-механическим и водными свойствами.
- Количество воды и скорость движения зависит:
 - **От пористости поверхности**, что выражает наличие пор и пустот в почве
 - **От водовместимости**, т.е. способность почвы вмещать в себя определенное количество воды.
 - **Водопроницаемость**, что является свойством почвы пропускать через себя воду. Например воду хорошо пропускают грубые отложения, а также монолитные горные породы

Плотность пород

• Магматические породы:

σ - определяется соотношением легких (полевые шпаты, кварц, нефелин) и тяжелых (амфиболы, пироксен, оливин) минералов.

а) σ - повышается с основностью,

б) σ – определяется кристалличностью:

$\sigma_{\text{крист. пород}} > \sigma_{\text{аморфных пород}}$ того же состава.

в) пористость – невелика.

• Метаморфические породы:

- σ под воздействием метаморфизма как увеличивается, так и уменьшается:

Увеличение P уменьшение V

увеличение σ .

Алмаз (глубина 150 км) $\sigma=3.5 \text{ г/см}^3$,

графит (низк. темп. метам-ма) $\sigma=2.1 \text{ г/см}^3$,

Серпентинизация у.осн. Г.П. (привнос H_2O SiO_2).

Оливин – $\sigma = 4.1-4.4 \text{ г/см}^3$,

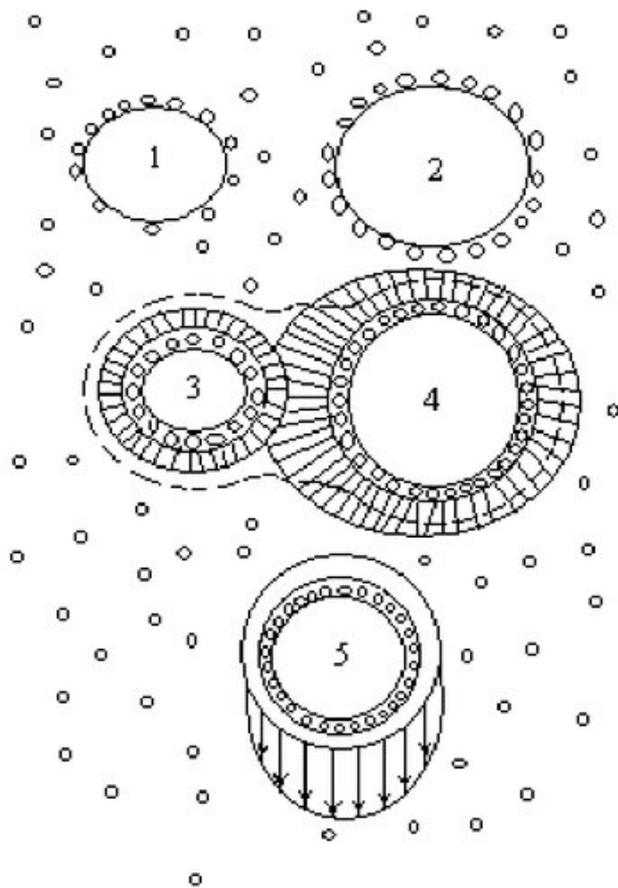
Серпентинит – $\sigma = 2.6 \text{ г/см}^3$.

Породы	Плотность σ (г/см ³)	
	$\sigma_{\text{ср}}$	Интервал значений σ
гранит	2.6	2.5-2.7
гранодиорит	2.75	2.7-2.8
диорит	2.8	2.7-2.9
габбро	2.9	2.8-3.0
пироксенит, перидотит	3.2	2.9-3.4
гнейс	2.75	2.6-3.0
серпентинит	2.6	2.6-3.0

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

Формы воды в почве (схема А.Ф. Лебедева)



частицы почвы,
покрытые:

1 – гигроскопической;

2 – максимальной
гигроскопической;

3 и 4 – пленочной;

5 – гравитационной
водой.

СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ



Распределение воды на Земле



- ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
-
- По условиям образования выделяются несколько типов подземных вод:
- 1) инфильтрационные;
- 2) конденсационные;
- 3) седиментогенные;
- 4) магматогенные, или ювенильные;
- 5) метаморфогенные, или возрожденные.

Закон ламинарной фильтрации в грунтах (А. Дарси, 1885 г.)

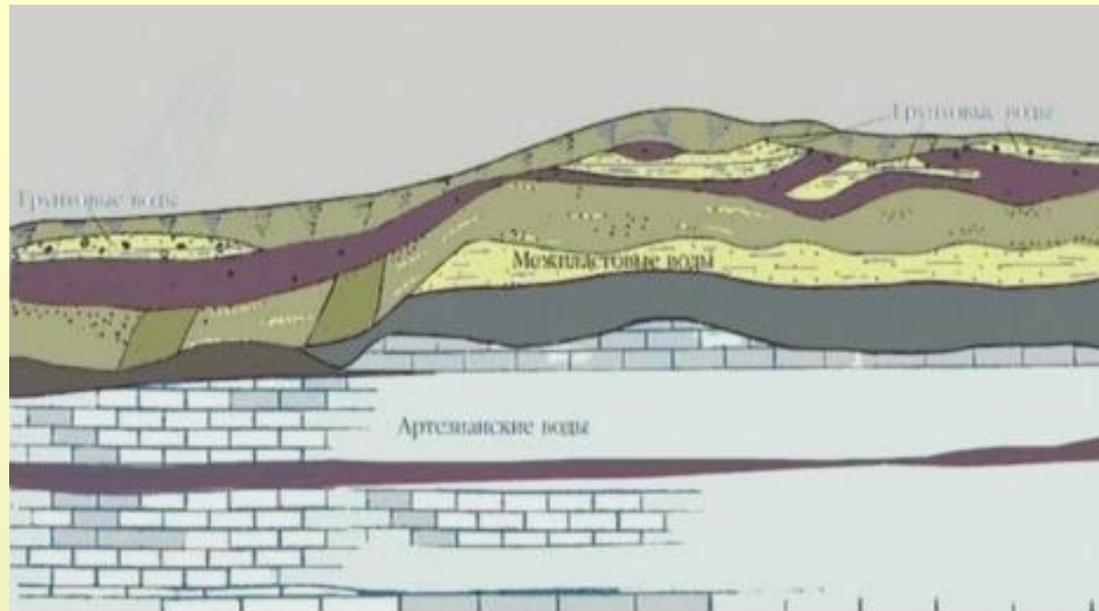
$$Q = kFIt$$

- Q – объем воды, протекающей параллельными струями сквозь водопроницаемое тело
- k – коэффициент фильтрации
- F – площадь поперечного сечения грунта
- I – гидравлический градиент (уклон) $I = \frac{H_2 - H_1}{l}$
 $(H_2 - H_1)$ - потеря напора, l – длина пути фильтрации
- t - время

Физические свойства и химический состав подземных вод

Свойства и состояние подземных вод определяются:

- свойствами самой воды;
- свойствами содержащихся в ней веществ;
- условиями взаимодействия их между собой и с окружающей средой.



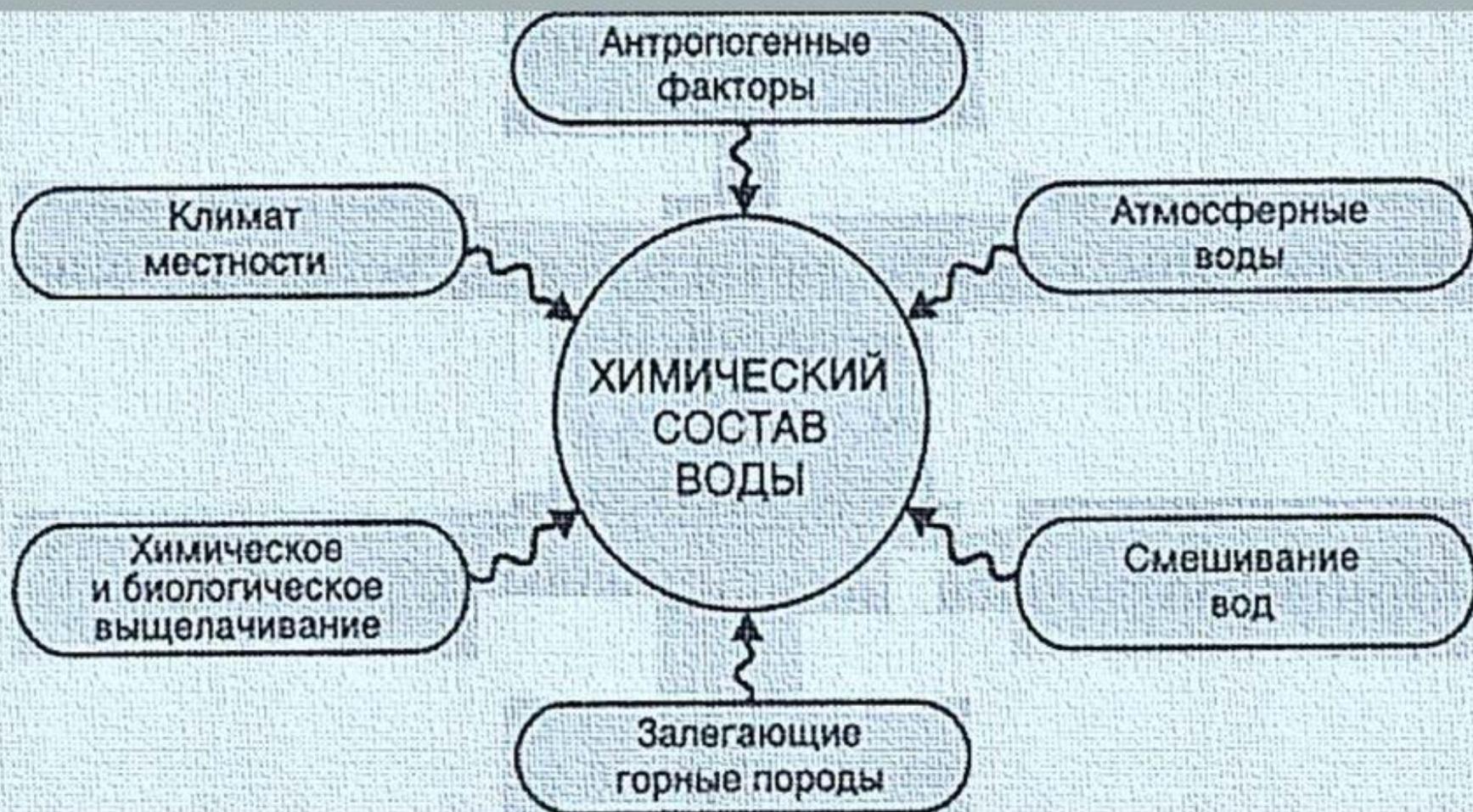
Химический состав подземных вод в каждой точке земной коры представляет собой результат сложного взаимодействия компонентов вещественного состава данной гидрогеологической системы в каждый конкретный момент ее существования в естественном или нарушенном состоянии.

При исследовании условий формирования химического состава подземных вод следует различать конкретные виды взаимодействия компонентов вещественного состава системы (процессы) и причины (силы, поля, явления и др.), их вызывающие, — так называемые факторы.

Гидрогеохимический процесс — это определенный вид физико-химического или иного взаимодействия компонентов вещественного состава подземных вод между собой и (или) с окружающей средой, результатом которого является изменение их химического состава и (или) свойств.

Фактор формирования химического состава подземных вод — это естественная или искусственная причина (сила, поле, явление, вещество и др.), определяющая возникновение, существование или изменение тех или иных гидрогеохимических процессов в данной гидрогеологической системе.

Факторы, влияющие на формирование химического состава природных вод



Целебные силы воды

минеральная

Гидрокарбонатная – снижение кислотности, при мочекаменной болезни.

Сульфатная – для печени, желчного пузыря, улучшения пищеварения.
Хлоридная – для желудка, поджелудочной железы, кишечника



талая

Улучшение кровообращения, обмена веществ, снижение веса, холестерина, заживление ран, рост волос



озонированная

При заболеваниях желудочно-кишечного тракта, язвенной болезни, изжоге, вздутии живота



ионизированная

Восстановление кислотно-щелочного баланса, укрепление сил, иммунитета



морская

Купание, ванны – при нервных, сердечно-сосудистых заболеваниях, бронхите; для кожи, желудка, печени, почек



шунгитовая

Для сердца и сосудов, желудка, печени, поджелудочной железы, почек; при бронхиальной астме, аллергиях, анемии, диабете, усталости; повышает иммунитет



серебряная

Полоскание при ангине, тонзиллите, фарингите, для профилактики гриппа; лечение ран, трофических язв, уход за кожей



омагниченная

Улучшение обмена веществ, снижение веса, холестерина, артериального давления, выведение камней из почек



кремниевая

При поражениях кожи, воспалениях; снижение сахара, холестерина; для роста волос, устранения перхоти, укрепления зубов, ногтей, костей



медная

Для печени и селезенки, при ожирении; от грибков и воспалений на коже; компрессы при артрите



Перед применением различных видов воды для лечения заболеваний обязательно посоветуйтесь с врачом!

Агрессивность ПОДЗЕМНЫХ ВОД

- **К бетону:**

- Сульфатная: $-\text{SO}_4^{2-}$

Слабоагрессивная-(от 250-800мг/л)

Сильноагрессивная-(более 800мг/л)

- Магнезиальная:-Mg

(более 1000мг/л)

- Выщелачивания:-

HCO_3^- (0,4-1,5)мг-экв/л

- Углекислотная: CO_2

- **К металлу:**

- Кислородная:

- Содержание кислорода;
агрессивной
углекислоты;сероводорода

- Общекислотная:

- При pH от 5,0-6,8

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ОБЩИЕ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ

РЕМЕДИАЦИОННЫЕ

Защита
от загрязнения

Предотвращение
истощения,
подтопления

Ликвидация
последствий
загрязнения

Ликвидация
последствий
истощения

Улуч-
шение
качества

Увеличе-
ние коли-
чества

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ:

разработка региональных лимитов
(критических уровней) экологически
безопасного водопотребления

СТИМУЛИРОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СТИМУЛИРОВА- НИЕ РЕМЕДИА- ЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Ограничение
загрязнений

Ограничение
водопотребления

Ликвидация
причин (источ-
ников) загряз-
нений

Ликвидация
причин
истощения

Улучшение качества
и количества вод
в пласте

Лимиты
на водоотведение
сточных вод

Создание «замкну-
тых» систем водо-
пользования

Извлечение
загрязнителей
дренажем

Оптимизация
работы крупных
водозаборов

Аэрирование и другие
физико-химические
методы воздействия,
а также новые техно-
логии водоподготовки

Лимиты на разме-
щение пром. отходов
на предприятиях

Снижение
удельных норм
водопотребления

Баланс подземных вод

- **Балансом подземных вод** называется соотношение притока и оттока подземных вод любого (расчетного) элемента подземной гидросферы и выражается общим уравнением вида

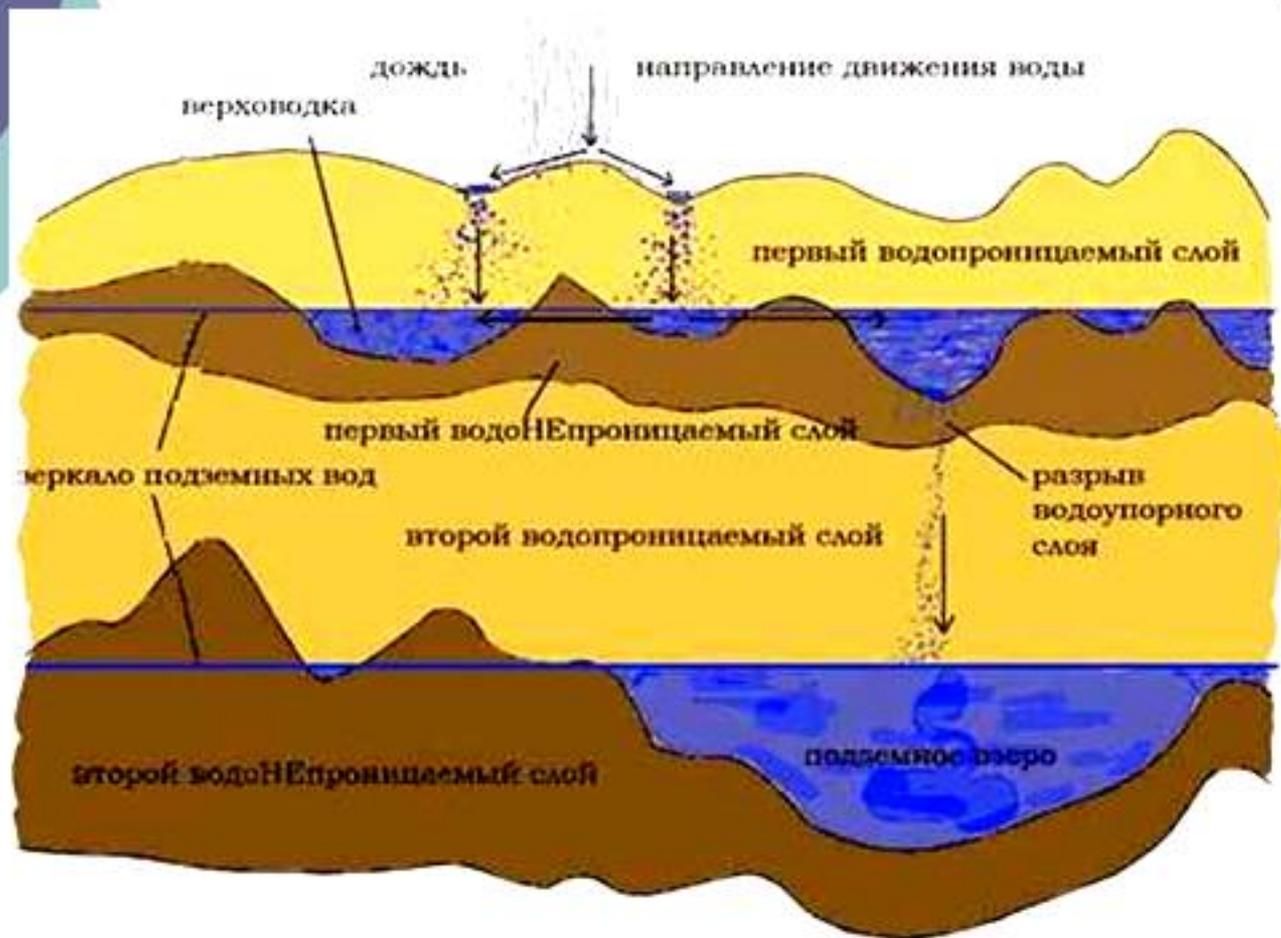
$$\sum_1^n (Q_j \Delta t) \pm \Delta V = 0,$$

где - $Q_j \Delta t$ сумма приходных и расходных статей

водного баланса элемента: (+) – приток, (-) – отток подземных вод, м³/сут, км³/год и др.; - Δt длительность расчетного периода (сут, год и др.); - ΔV изменение объема запасов подземных вод (м³, км³).

Приток подземных вод к рассматриваемому элементу (+) – поступление, пополнение запасов, приходные статьи водного баланса – называется **питанием подземных вод**, (-) – отток, сработка запасов, расходные статьи баланса – **разгрузкой подземных вод**.

Подземные воды делятся на **грунтовые** и **межпластовые**.
Пользуясь данной иллюстрацией, дайте определение этим типам вод.



- **Грунтовые
воды**

- **Межпластовые
воды**

Основные источники загрязнения грунтовых вод

