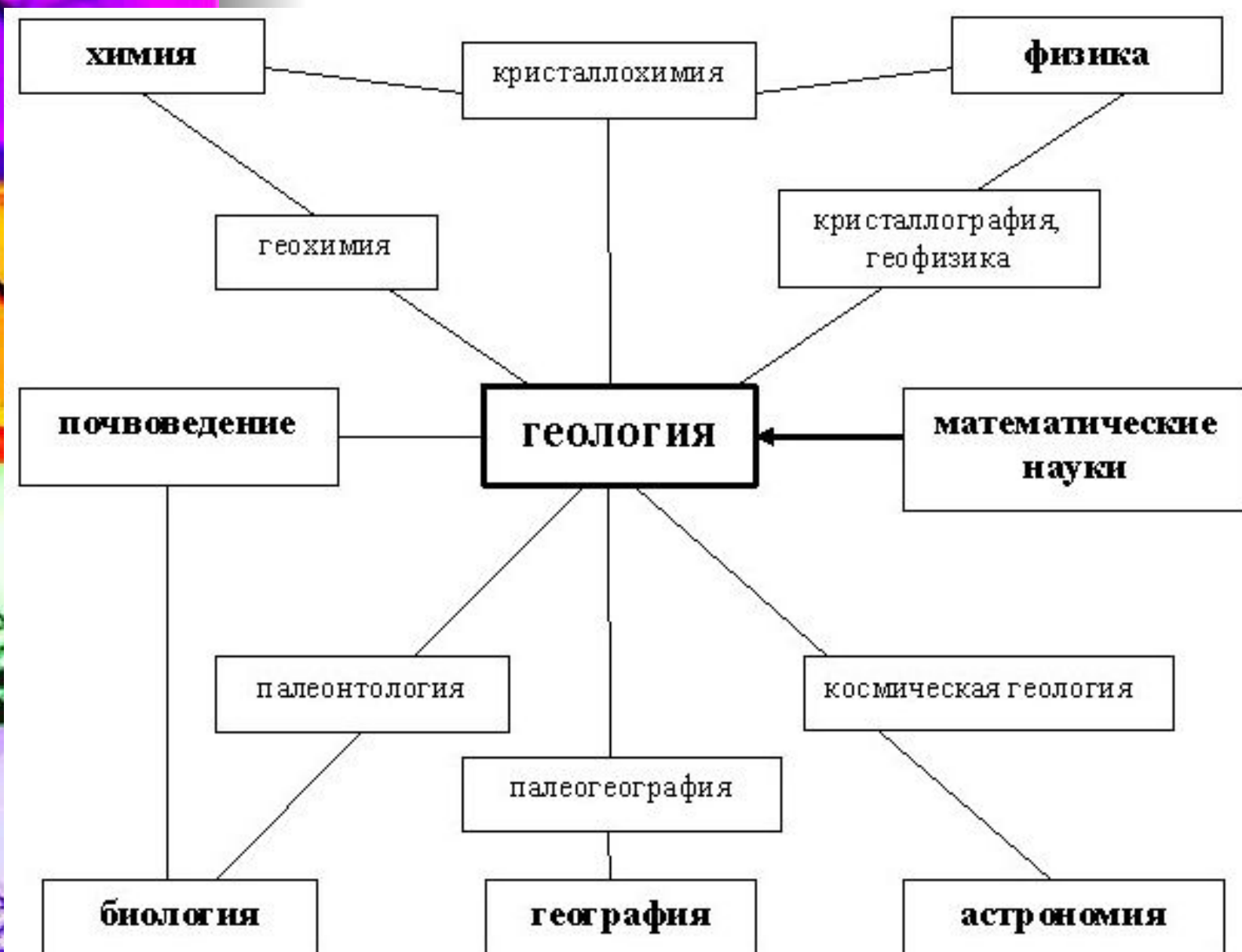




## Геология и инженерная геология

«Геология – наука о строении Земли, ее происхождении и развитии, основанная на изучении горных пород и земной коры в целом всеми доступными методами с привлечением данных астрономии, астрофизики, физики, химии, биологии и других наук».

*Геологический словарь*



# Земля как планета

По форме сплюснутый шар – эллипсоид вращения, названный «геоидом».

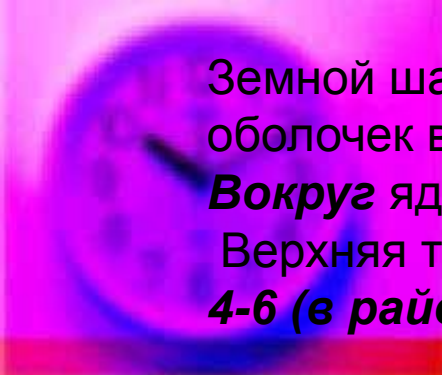
Впервые высказал предположение о шаре Пифагор в 530 году до н.э.

Интересные цифры о планете:

- радиус по экватору равен **6378 км**,  
в направлении полюсов **6357 км**, *разница 21 км*,
- длина экватора **40075,7 км**, *по меридиану — 40008,7 км*,
- объем Земли **1083,2 x 10<sup>9</sup> км<sup>3</sup>**,
- масса около **6 x 10<sup>21</sup> т** *при средней плотности 5,52 т/м<sup>3</sup>*,
- плотность горных пород в поверхностной зоне **2,7 т/м<sup>3</sup>**,  
*на глубинах — 7 т/м<sup>3</sup>*,
- площадь поверхности Земли **510,1 x 10<sup>6</sup> км<sup>2</sup>**,  
*при этом суша составляет 29 %*,
- ледники занимают площадь **14,4 млн. км<sup>2</sup>**,
- масса воды - **1,42 x 10<sup>18</sup> т**, *масса атмосферы — 5,15 x 10<sup>18</sup> т*,
- глубина океанов до **12 км**, *высота гор до 8,9 км*.
- Вращение Земли: вокруг оси происходит со скоростью **1667 км/ч**,  
*вокруг Солнца — 112000 км/ч*,
- **Солнечная система движется к центру Галактики со скоростью 900 тыс. км/ч.**

# Вид Земли из космоса

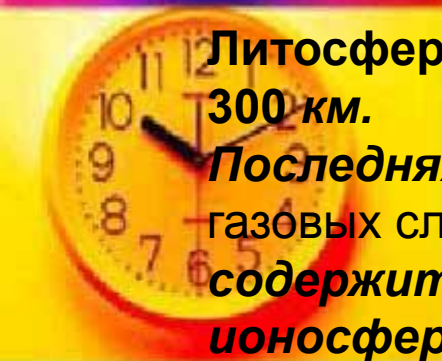




Земной шар состоит из ряда концентрических оболочек вокруг центрального ядра радиусом до **3,5 тыс. км.**


**Вокруг** ядра многослойная мантия.

Верхняя твердая оболочка — **литосфера (земная кора) толщиной от 4-6 (в районе океанов) до 20-30 км (в районе материков).**




Литосферу покрывает гидросфера, а ее — атмосфера толщиной до **300 км.**

**Последняя состоит из нескольких (по плотности и др. свойствам) газовых слоев. Снизу вверх: тропосфера -толщиной 8 км, в которой содержится 80 % массы воздуха, стратосфера — до 60 км, ионосфера - до 200 км.**



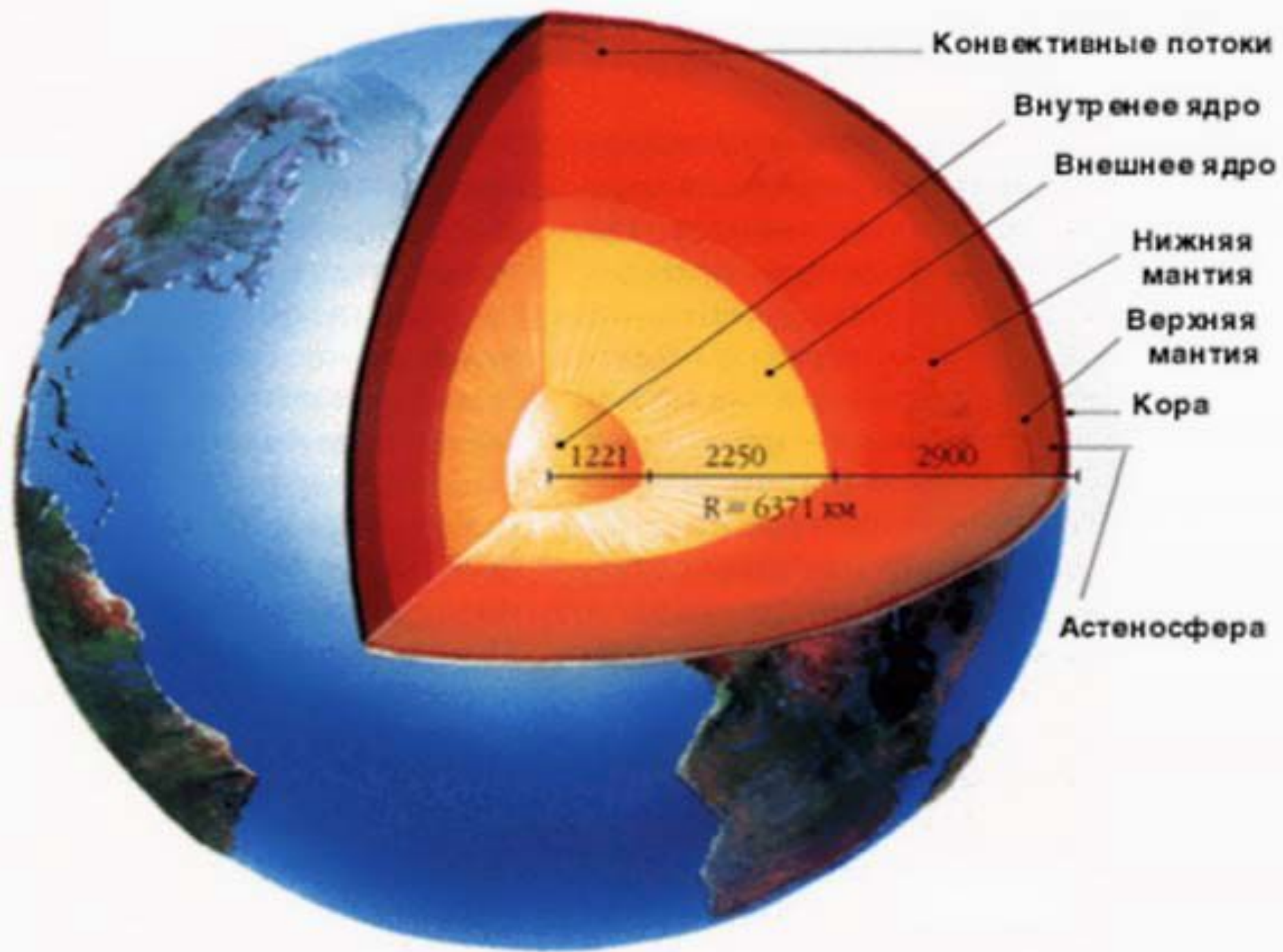
**Атмосфера содержит до 13-15 тыс. км<sup>3</sup> воды в виде пара. Пар конденсируется и выпадает в виде осадков, которые испаряются, и происходит кругооборот воды до 40 раз в год.**

Состав гидросферы: **90 % — моря и океаны, 4 % — подземные воды, 2 % — льды и снег, 0,4 % — реки, озера, болота.**




На поверхность Земля каждую секунду выпадает в виде дождя **18 млн. т. воды.**


В океанах и морях растворено золота **10 млрд.т, серебра 200млрд. т**




## Немного об истории геологии




**Впервые** - высказывания античных учёных - Пифагора, Аристотеля, Плиния, Страбона о внешних проявлениях геологических процессов, не систематизированы (землетрясениях, извержениях вулканов, горообразовании, перемещении береговых линий морей и т. п.)



**В средние века** - попытки описания и классификации геологических тел - описание минералов узбекским учёным Бируни и таджикским естествоиспытателем Ибн Синой (в Европе больше известным как Авиценна). К эпохе Возрождения относятся первые суждения об истинной природе ископаемых раковин как остатках вымерших организмов и о большой, по сравнению с библейскими представлениями, длительности истории Земли (итальянские учёные Леонардо да Винчи, Дж. Фракасторо – начало XVI века).



Слово «**геология**» появилось **в печати в XV веке**, но имело тогда совершенно другое значение.



В 1473 году в Кельне вышла книга немецкого епископа Р. де Бьюри «Любовь к книгам», в которой геологией называется весь комплекс закономерностей и правил «земного бытия» в отличии от светского.



Термин «геология» впервые был применен в 1657 году норвежским естествоиспытателем М. П. Эшольтом в работе, посвященной крупному землетрясению, охватившему всю Южную Норвегию (Geologia Norwegica, 1657) в современном понимании.



В конце XVIII века немецкий геолог К. Фюксель предложил, а немецкий минералог и геолог А. Вернер ввёл (1780) в литературу термин «геогнозия» для явлений и объектов, изучаемых геологами на поверхности Земли. С этого времени и до середины XIX века термин «геогнозия» широко применялся в России и Германии (хотя чёткого разграничения между понятиями «геология» и «геогнозия» не было).



В Великобритании и Франции термин «геогнозия» употреблялся очень редко, а в Америке почти не применялся.



С середины XIX века термин «геогнозия» в России постепенно **исчезает**. Некоторое время он ещё встречается в названиях учёных степеней и в названиях кафедр старых русских университетов, но к 1900 году уже не фигурирует, вытесняясь термином «геология».





**Геология** как самостоятельная ветвь естествознания начала **складываться во 2-й половине XVIII века** - стали быстро расти **потребности общества в ископаемом минеральном сырье**. Исследования сводились главным образом к описанию свойств и условий залегания горных пород. Но уже тогда были сделаны попытки объяснить генезис (происхождение) горных пород и вникнуть в суть процессов, происходящих как на поверхности Земли, так и в её недрах.

Рождение геологии как **науки** относится к **концу XVIII – началу XIX века** и связывается с установлением возможности разделять слои земной коры по возрасту на основании сохранившихся в них остатков древней фауны и флоры. Позднее это позволило обобщить и систематизировать разрозненные ранее минералогические и палеонтологические данные, сделало возможным построение геохронологической шкалы и создание геологических реконструкций.



Впервые на возможность расчленения слоистых толщ по сохранившимся в них ископаемым органическим остаткам указал в **1790** году **английский инженер У. Смит**, который составил **«шкалу осадочных образований Англии»**, а затем (в **1815** году) – **первую геологическую карту Англии**. Большие заслуги в изучении земной коры по останкам моллюсков и позвоночных принадлежат французским учёным Ж. Кювье и А. Броньяру. В **1822** году в юго-западной части Англии была выделена **каменноугольная**, а в Парижском бассейне – **меловая системы**, что положило начало **стратиграфической систематике**.

Во 2-й половине XIX века усиливается процесс дифференциации – геология из сравнительно монолитной науки превращается в сложный комплекс геологических наук.

**Конец XIX–начало XX века**–время нового перелома в истории геологии. Во всех ведущих странах мира возникают **геологические службы**, которые начали проводить систематические геологосъёмочные работы (например, геологическая служба США, 1879).

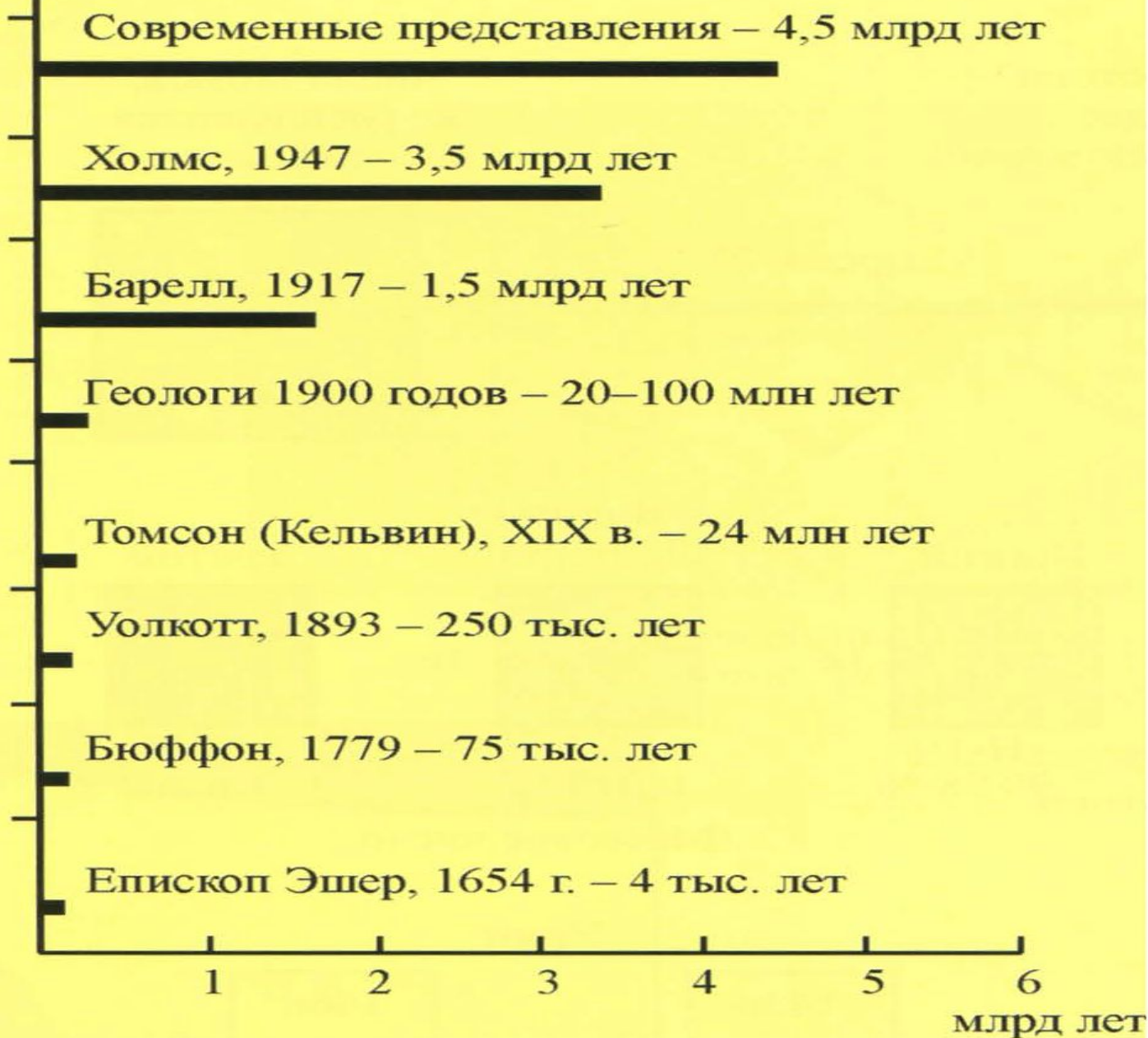
Геологические исследования охватывают все новые обширные области, предвещая развитие в них горной промышленности.



В XX веке геология, как и всё естествознание в целом, развивается гораздо быстрее, чем ранее.

Крупным событием этого времени было открытие **(1899–1903) французскими учёными П. Кюри и М. Склодовской-Кюри радиоактивного распада элементов**, сопровождающегося самопроизвольным выделением тепла. Открытие позволило разработать **методику определения абсолютного возраста горных пород и продолжительности многих геологических процессов**. Большое значение для развития геологии в России сыграла организация в **1882 году Геологического комитета**. Им руководили А.П. Карпинский, Ф.Н. Чернышев, К.И. Богданович и др.

С 20-х годов XX века советские геологи продолжили работу своих коллег конца XIX – начала XX века. Развернулись поиски и разведка месторождений в Заполярье, Средней Азии, Казахстане, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Были открыты новые месторождения железных, марганцевых, медных, свинцово-цинковых руд, россыпи драгоценных металлов, угольные и нефтяные месторождения, строительные материалы.

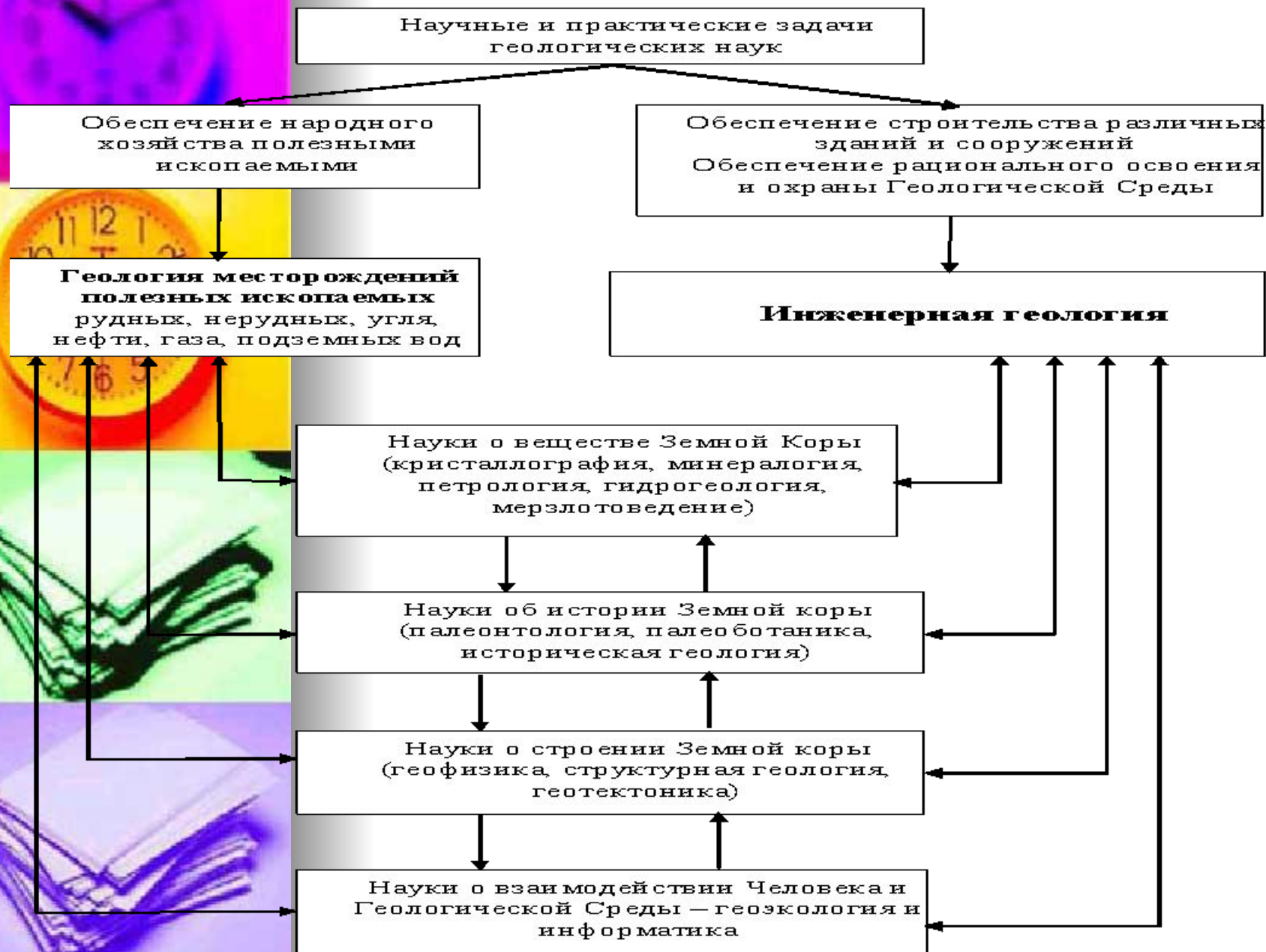




- **Инженерная геология (ИГ) – наука о формировании и изменении инженерно-геологических условий (ИГУ) территорий, о геологических условиях строительства и эксплуатации сооружений, о рациональном использовании геологической среды (ГС) для создания безопасных и комфортных условий жизнедеятельности человека.**

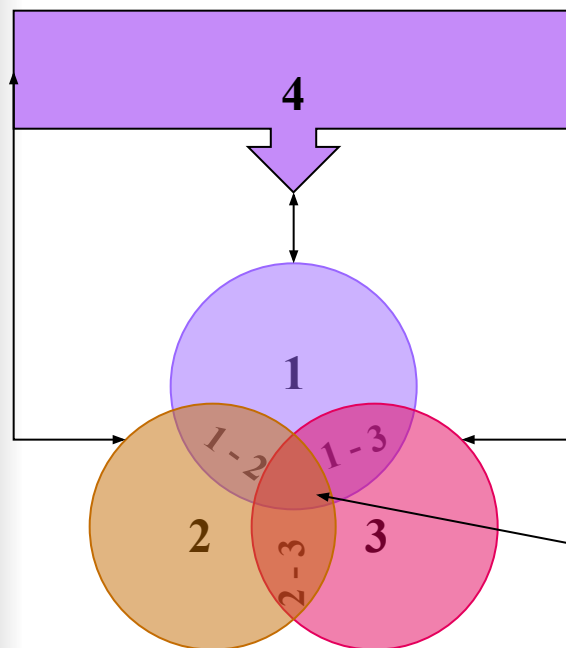
*В. Д. Ломтадзе*

Рис. 1. Схема положения ИГ в семействе наук, связанных с освоением и рациональным использованием Геологической Среды.



# Лекция 1

## Структура инженерно-геологического знания



**4 – специальная инженерная геология.**

**1 – Грунтоведение (инженерная петрология).**

**2 – Инженерная геодинамика.**

**3 – Региональная ИГ.**

**(1 – 2 – 3) – Общая инженерная геология.**

**Номологический  
естественно-научный базис**



- **Грунтоведение.**

- **Учение о формировании горных пород, их состава, состояния и физико-механических свойств.**

- **Горные породы как многофазные системы – минеральные или органо-минеральные составляющие, вода (в жидком, твёрдом и газообразном состоянии), природные газы.**

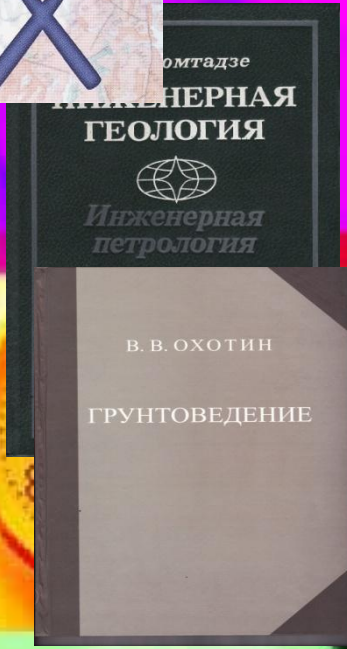
- **Научная инженерно-геологическая классификация пород.**

- **Модели деформационного поведения.**





# Лекция 1



Основные постулаты (аксиомы) Грунтоведения

- Горные породы/грунты это многофазные системы – минеральные или органоминеральные составляющие, вода (в жидком, твёрдом и газообразном состоянии), природные газы.
- В строительстве порода/грунт может использоваться как основание, среда или как строительный материал.
- В строительстве необходимо моделирование и расчёт деформационного поведения пород/грунтов и прогноз изменений состава и свойств пород/грунтов при взаимодействии с сооружениями.

**Для строителя  
грунт = порода!**



Что должен знать студент строительной специальности?

- Виды горных пород и их строительные свойства. Механизмы образования (генезис) пород/грунтов, условия их залегания и распространения в земной коре.
- Принципы классификации и оценки пород/грунтов для целей строительства.
- Связь состава и свойств пород/грунтов с их прочностью, деформируемостью, устойчивостью и водопроницаемостью.
- Методы определения состава, состояния и свойств пород/грунтов.
- Способы представления и отображения пород/грунтов в расчётных задачах и схемах.



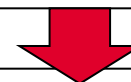
# Инженерная геодинамика.

■ Учение о способах и методах системного управления геодинамической обстановкой на основе исследования механизма геологических процессов, их парагенетических сочетаний с целью минимизации ущерба, снижения рисков и обеспечения безопасности хозяйственной деятельности и строительства различных сооружений.

■ Геологические процессы и системный подход к их изучению.

## Основные постулаты Геодинамики.

- Геологические процессы проявляются в образовании и разрушении пород/грунтов, в изменении их физического состояния и условий залегания, в изменении природного рельефа, строении земной коры и внутренней структуры планеты в целом.
- Геологические процессы и явления связаны с эндогенными, экзогенными силами планеты и с инженерной и хозяйственной деятельностью человека. В основе механизма любых геологических процессов лежит нарушение сложившихся природных равновесий под влиянием естественных или искусственных факторов.
- Важнейшая особенность – неравномерность проявления в пределах различных территорий, различающихся по комплексу ландшафтно-климатических и тектонических факторов.
- Оказывают влияние на устойчивость местности и соответственно на устойчивость существующих и проектируемых сооружений.



Что должен знать строитель из этой базовой дисциплины?

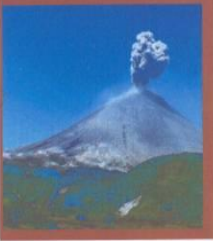
- Каковы закономерности распространения разнообразных геологических процессов и каковы факторы, определяющие их развитие?
- Каким образом геологические процессы связаны с определёнными комплексами пород?
- Какое значение для развития геологических процессов имеет хозяйственная и инженерная деятельность человека?
- Каковы количественные и качественные методы оценки возможного влияния геологических процессов на устойчивость территорий и сооружений.

В. Д. ЛОМТАДЗЕ

### ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Инженерная  
геодинамика

Москва, 2004



В. А. Королев

ИНЖЕНЕРНАЯ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ГЕОДИНАМИКА

Электронный учебник



- **Региональная инженерная геология (РИГ) (структурная инженерная геология)**
- **Учение о закономерностях формирования инженерно-геологических условий различных территорий. Пространство и время в инженерной геологии.**
- **Территории как природный ресурс свободного пространства для строительства и жизнедеятельности человека**
- **РИГ и картографический метод.**
- **РИГ, базы данных и нормативные документы.**





## **Основные постулаты Региональной Инженерной Геологии.**

- Структура и организация дневной поверхности нашей планеты отражают универсальный блоково-ступенчатый принцип организации Геологической Среды в целом, являясь интегральным показателем взаимодействия структурно-тектонических, ландшафтно-климатических и техногенных факторов. Это основной принцип выделения и типизации инженерно-геологических структур.
- Региональные инженерно-геологические исследования неразрывно связаны с производством съёмочных работ, инженерно-геологическим картированием и районированием различных территорий в разных масштабах.
- Материалы региональных исследований позволяют разрабатывать различные способы накопления, хранения и выдачи информации для решения различных задач рационального использования и охраны Геологической Среды.



## **Что должен знать студент строительной специальности?**

- Какие классы инженерно-геологических обстановок можно выделить на территории России?
- Как использовать архивные региональные материалы для разработки проектов строительства и инженерных работ?
- Как применить блоково-ступенчатый принцип организации для характеристики и оценки конкретной инженерно-геологической обстановки?
- Как использовать в строительной практике инженерно-геологические карты, разрезы и блок - диаграммы?
- Как разрабатываются и используются региональные информационные системы?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ  
ИНЖЕНЕРНОЙ  
ГЕОЛОГИИ

МЕХАНИКО-  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ

В.Д. ЛОМТАДЗЕ

СЛОВАРЬ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ  
ГЕОЛОГИИ

СПбГУТ-ПЕТЕРБУРГ  
1199

## Общая Инженерная Геология.

Это теоретический и методологический раздел, устанавливающий понятийную и терминологическую базу Инженерной Геологии, определяющий её историческое и системное содержание и методы использования в практике строительства и производства инженерных работ. Этот раздел определяет границы взаимодействия Инженерной Геологии с другими науками о Земле.



### Основные постулаты Общей Инженерной Геологии

— Объект инженерной геологии – территория... (абстракция первой степени Геологическая Среда территорий);

— Предмет Инженерной Геологии – область создания и практического использования Знаний о формировании и изменении инженерно-геологических условий территорий, о геологических условиях строительства и эксплуатации сооружений, о рациональном использовании Геологической Среды для обеспечения безопасных и комфортных условий жизнедеятельности человека.

— Методология: использование исторического и системного подходов, многоаспектного, в том числе механико-математического, моделирования.

— Практика: создание системы инженерно-геологических изысканий на основе оптимального комплекса современных технологий полевых, лабораторных и других видов работ.



# Лекция 1

## Специальная инженерная геология

(как формируется и используется инженерно-геологическая информация?)

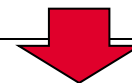
- **Инженерная геология и процесс инженерных изысканий.**
- **Природно-техногенные комплексы и их инженерно-геологическое обоснование.**
- **Инженерно-геологические технологии и инженерно-геологическая информация.**





## Основные постулаты Специальной Инженерной Геологии

- Основой профессионального формирования и роста строителя (геотехника) являются три положения: практическое знание геологии, механика горных пород и опыта строительства.
- Любое строительство и инженерные работы требуют обширных знаний об инженерно-геологических условиях – рельефа местности, геологического строения, состава, состояния и свойств грунтов/пород, гидрогеологических условий, структурно-тектонических особенностей территории, геодинамической обстановки.
- Получение информации об инженерно-геологических условиях должно быть организовано как непрерывный, но стадийный процесс по принципу движения от общего к частному.
- Сбор, обработка и выдача инженерно-геологической информации должны быть максимально оптимизированы в отношении техники, технологии, времени и финансовых затрат.



### Что должен знать студент строительной специальности?

- Что такое инженерные изыскания? Каков состав инженерно-геологических исследований для строительства и производства инженерных работ?
- Связь проектирования, строительства и инженерных изысканий.
- Какова последовательность изучения инженерно-геологических условий?
- Чем определяется неоднородность инженерно-геологических условий?
- Виды геологических работ на разных стадиях инженерных изысканий.
- Современная техника и технологии инженерно-геологических исследований.
- Критерии оценки качества инженерно-геологической информации.
- Способы обработки и представления инженерно-геологической информации.



# Современный строительный процесс и инженерная геология



## Строительный комплекс находится в стадии глубокого реформирования.

- Закон «О техническом регулировании» ФЗ № 184 от 27.12.2002. Отмена государственного лицензирования в области инженерных изысканий для строительства.
- Закон о саморегулировании в области строительства ФЗ № 315. СРО как принцип профессиональной организации.
- Закон о безопасности зданий и сооружений ФЗ № 65 от 01.05.2007. Принцип субсидиарной имущественной ответственности.
- Закон № 148 «О внесении изменений в Градостроительный Кодекс РФ и отдельные законодательные акты РФ» от 22.07.2008. Устанавливает правовое положение СРО в области инженерных изысканий, проектирования и строительства, в том числе перечень работ по инженерным изысканиям, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.
- **Основные выводы для инженерно-геологических изыскательских организаций:**
  1. Необходимость вступления в одну из профильных изыскательских организаций СРО.
  2. Получение сертификата (профессиональная сертификация) на производство определённых видов исследований и работ.
  3. Разработка технических регламентов по отдельным видам работ.



## • Инженерная геология и геоэкология.

- Ум – это не орудие познания, а лишь организатор знания. Знание приходит из другого источника.
- Ум – это организатор информации. Законы – наиболее общий продукт этой организации

- Экологические законы как основа инженерной деятельности:
  1. Всё связано совсем.
  2. Всё должно куда-то деться.
  3. Природа знает лучше.
  4. За всё надо платить.

*Б. Коммонер, 1972.*



## «Все связано со всем»

Это также называется **законом динамического внутреннего равновесия**. Этот принцип гласит, что даже небольшие изменения, внесенные человеком в окружающий его мир, со временем перерастают в катастрофу.



# «Все должно куда-то деваться»

В естественном природном состоянии каждое вещество имеет собственный круговорот «жизни». В окружающей среде синтезируется только то, что в дальнейшем может исчезнуть.

Как только человечество вошло в современную эпоху, оно систематически производит искусственные вещества, которые уничтожить без последствий для природы крайне сложно.

Поэтому:

1. новые технологии должны быть как можно менее ресурсозатратными.
2. необходимо создать такое производство, в котором отходы человеческой деятельности можно было бы использовать в качестве сырья.
3. если выброс вредных продуктов неминуем, то общество обязано создать для них разумную систему захоронения и утилизации.

## «Природа знает лучше»

Закон касается сложности окружающего мира.

Даже современный человек, со всеми его технологиями, не может знать всех взаимосвязей внутри природы.

Биосфера состоит из миллионов разных существ. Она делится на множество зон. Флора и фауна мира развивались на протяжении миллиардов лет.

Если человек будет вмешиваться в эти процессы, даже желая улучшить обстановку вокруг себя, он только нанесет дополнительный вред.

# «За все нужно платить»

Или ничто не дается даром!

Природная система всегда развивается за счет окружающей среды.

Если в ней появляется что-то новое, то оно обязательно вытеснит что-то старое.

Так же можно сказать о технических достижениях человечества. Если мы создаем то, что затрагивает природу, то это приведет к потерям в окружающей среде. Законы экологии Б. Коммонера связаны с принципом внутреннего динамического равновесия, о котором уже говорилось при описании первого закона.



# Горные породы

1. Основания и среда зданий и сооружений.

2. Горные породы как коллектор подземных вод.

3. Горная порода как сырье для получения строительных материалов.

4. Горные породы как объект рекультивации (восстановление)

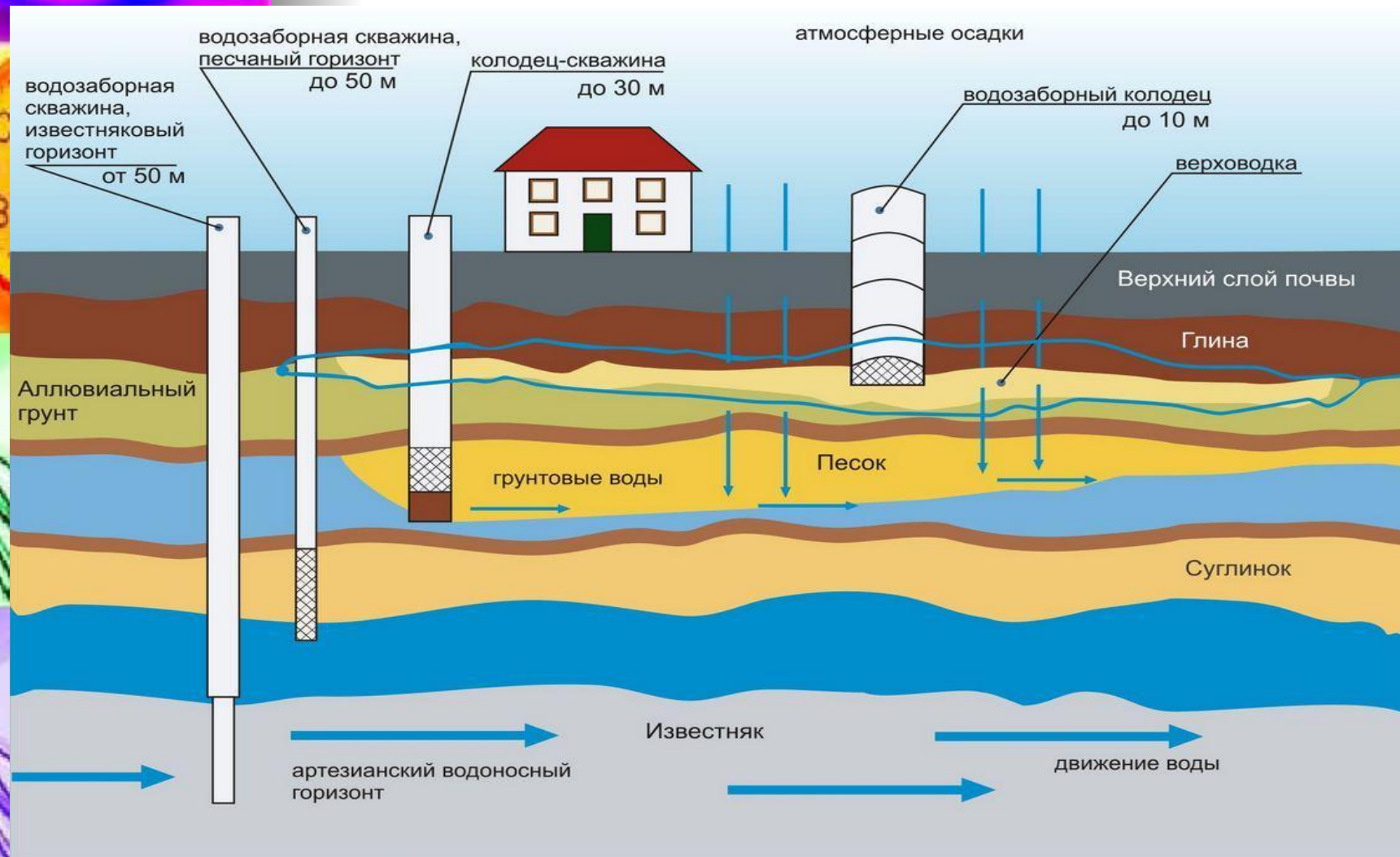
5. Горные породы-как среда захоронения токсичных отходов.

# 1. Основания и среда зданий и сооружений.





## 2. Горные породы как коллектор подземных вод.



# 3. Строительное сырье

## Горные породы



Речная галька



Морская галька



Песок



Глина



Гранит



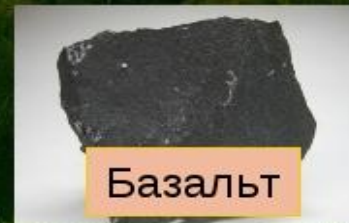
Мрамор



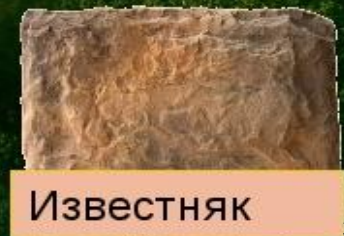
Каменная соль



Каменный уголь



Базальт



Известняк

# 4. Горные породы как объект рекультивации (восстановление)



# 5. Горные породы-как среда захоронения токсичных отходов.



# Лекция 1

## Выводы:

- **Объект инженерной геологии – территория...** (абстракция первой ступени –Геологическая Среда территории).
- **Предмет инженерной геологии... Геология и строительство как общественный императив.**
- **Методология...Историзм, системность, многоаспектное моделирование.**
- **Теория... Инженерно-геологическая структура. Пространство и время.**
- **Практика... Инженерно-геологические изыскания и технологии. Инженерно-геологическая информация.**



# Необходимая литература

- 1. Почвоведение и инженерная геология. М.С. Захаров и др., 2016г.
- 2. Инженерная геология. Анантьев В.П. и Потапов А. Д., 2009г.