



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО ТИУ
Кафедра Геотехники

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

79 тематических слайдов

Автор: ИГАШЕВА С.П., ст.препод.каф. Геотехники



Земля

- 1. Земля – космическое тело.**
- 2. Форма и размеры Земли.**
- 3. Методы изучения Земли.**
- 4. Строение Земли.**
- 5. Науки о Земле.**



Земля даёт нам больше знаний,
чем все книги.

Антуан де Сент-Экзюпери

1. ЗЕМЛЯ - КОСМИЧЕСКОЕ ТЕЛО

Земля является одной из планет
(от греч. *planetes* – блуждающий)
Солнечной системы.



**В неё входят Солнце,
9 больших планет
со своими спутниками,
более 1500 малых планет,
около 100 комет,
большое количество метеóров
и космической пыли (*рисунок 1*):**

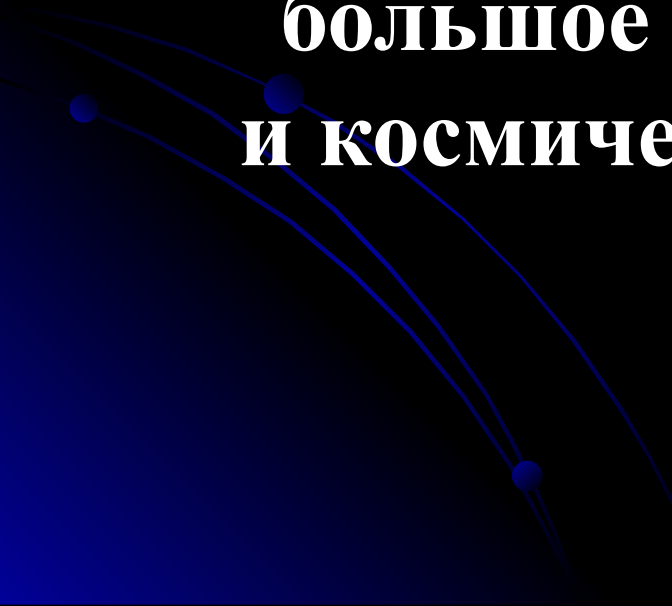
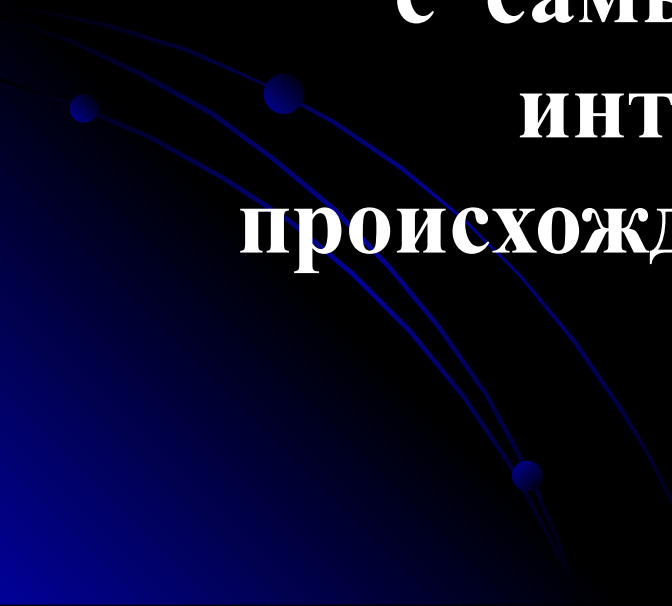




Рисунок 1 Скопление космических тел

**При знакомстве
с основами любой религии,
или собранием мифов любого народа
не остаётся сомнений в том,
что всё человечество
с самых древних времён
интересовал вопрос
происхождения нашей планеты.**



Существует множество версий возникновения планетных систем.

Одна из наиболее
обоснованных –
гипотеза
российского учёного
*Отто Юльевича
Шмидта.*



**Согласно его предположениям,
планеты образовались
из облака межзвёздной материи,
захваченной Солнцем**

при движении в мировом пространстве

(рисунок 2):

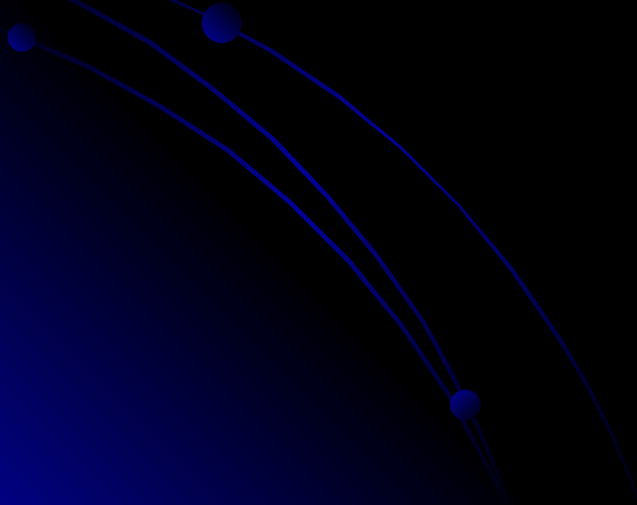
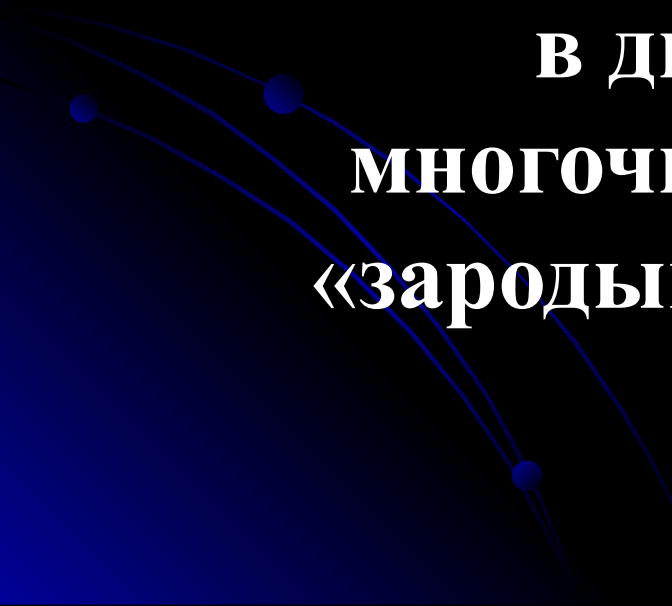




Рисунок 2 Облако космической пыли

**Мелкие частицы
околосолнечного облака
постепенно сосредоточились
в экваториальной части,
и оно превратилось в плоский диск.
В ходе быстрого вращения
в диске образовались
многочисленные сгущения,
«зародыши» будущих планет.**



**За счёт увеличения
взаимного притяжения частиц,
эти сгущения вычерпывали
рассеянное вещество диска
и уплотнялись.**

**В результате образовалась
серия космических тел,
различных по составу и массе
(*рисунок 3*):**

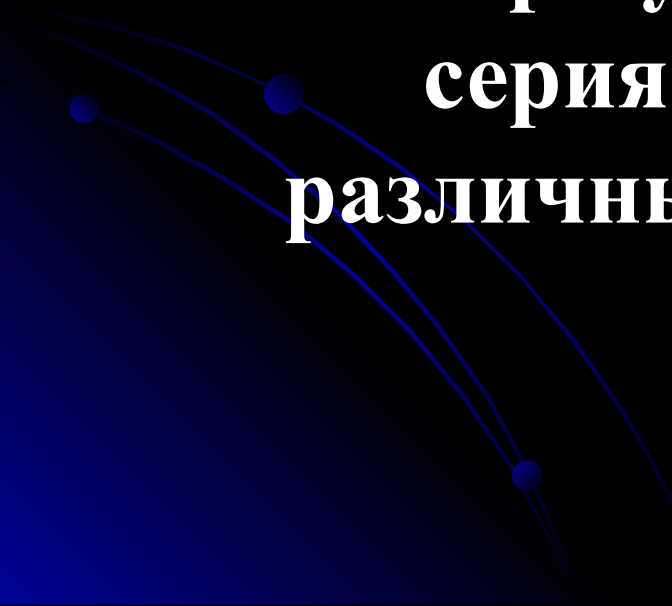
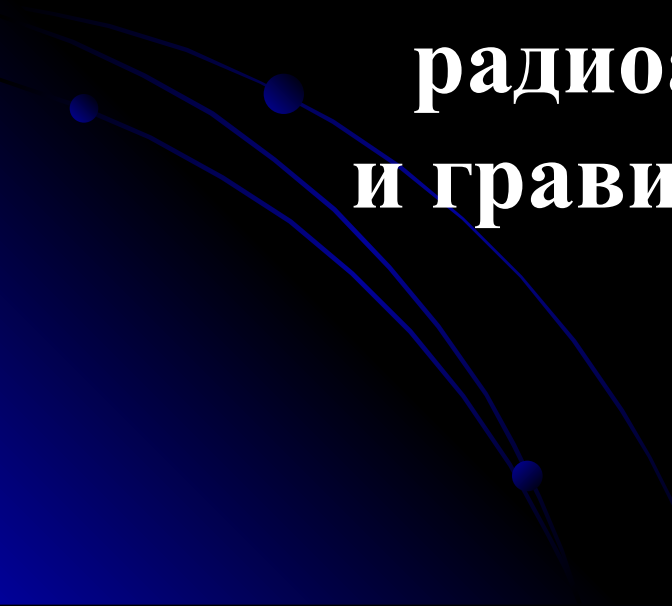




Рисунок 3 Солнечная система

**Предполагается,
что Земля и другие планеты
первоначально были
холодными космическими телами.
Разогрев произошёл позднее
за счёт энергии
радиоактивного распада
и гравитационной энергии.**



**Более легкоплавкие вещества
поднялись к поверхности Земли,
а тугоплавкие
сконцентрировались в центре.**

**На разогретой Земле появились вулканы,
стали происходить землетрясения,
появились вода и воздух**

(рисунок 4):





Рисунок 4 Формирование нашей планеты

2. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ

**Форма Земли во все времена
была предметом научных споров
(*рисунок 5*):**

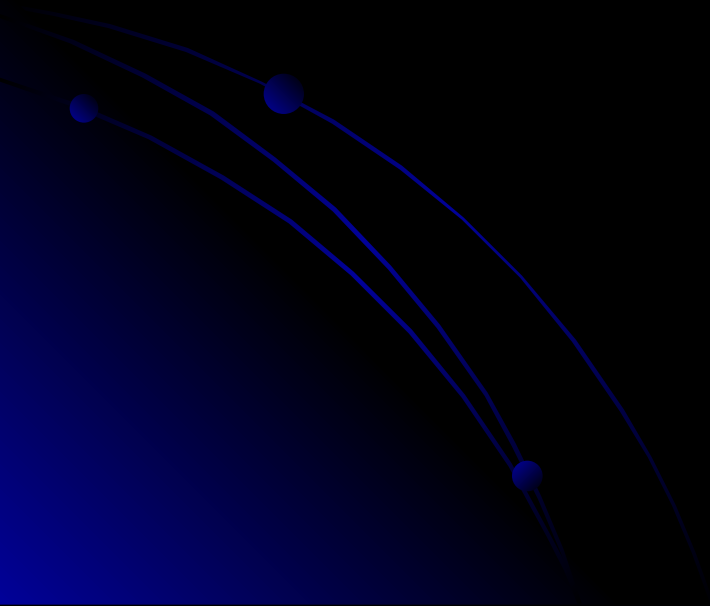
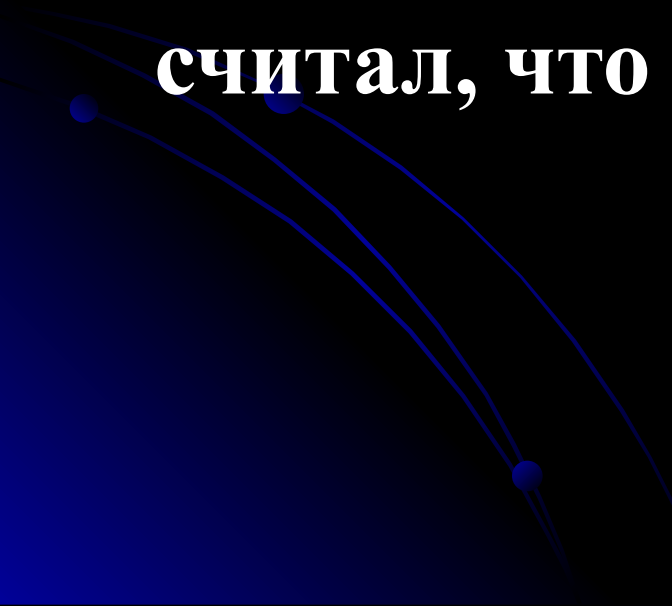




Рисунок 5 Форма Земли

**Ещё Пифагор (VI в. до н. э.)
и Аристотель (IV в. до н. э.) доказывали,
что Земля имеет форму шара.**

**А Архимед (III в. до н. э.)
считал, что этот шар не идеальный
(рисунок 6):**



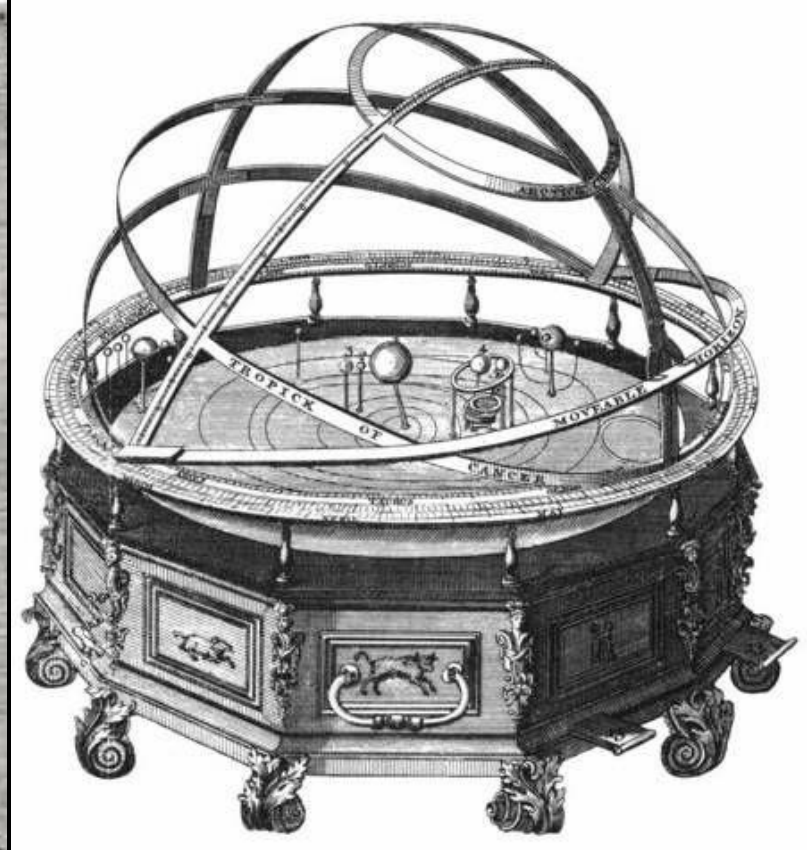
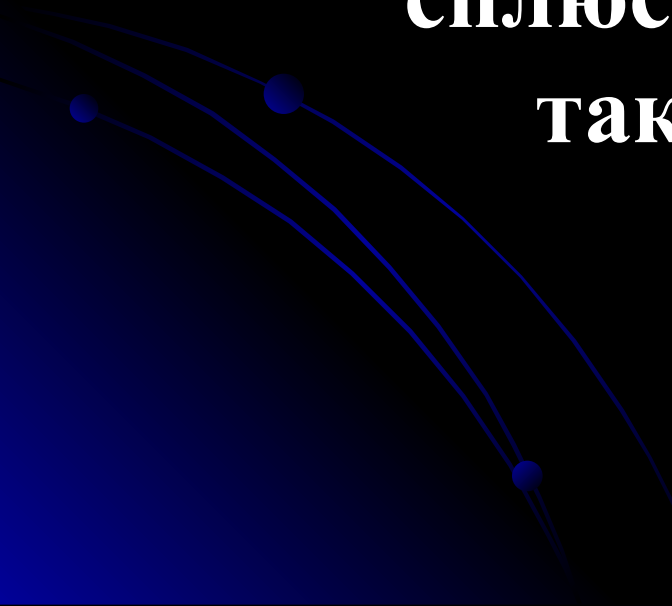


Рисунок 6
Архимед

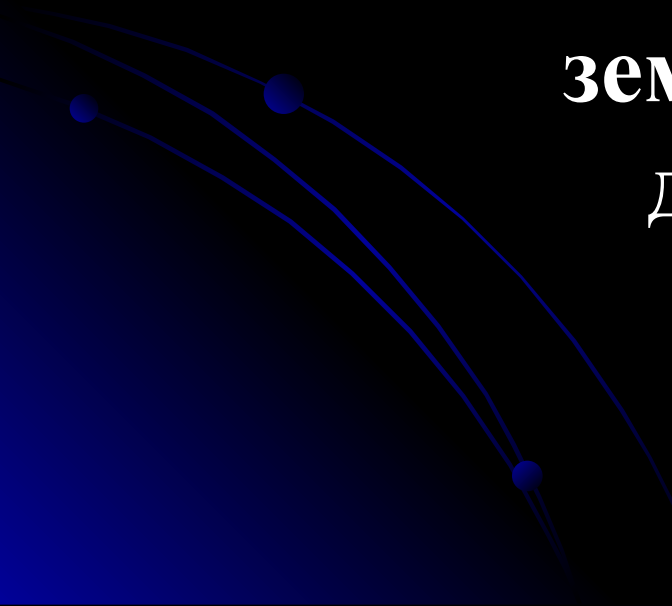
**После открытия И. Ньютоном
закона всемирного тяготения
и ряда последующих экспериментов
выяснилось, что земной шар
сплюснут как у полюсов,
так и по экватору:**



$R_{\text{экв}} 6378 \text{ км} - R_{\text{поляр}} 6357 \text{ км} = 21,4 \text{ км};$

$R_1 \text{ экв} - R_2 \text{ экв} = 213 \text{ м.}$

**Разница радиусов свидетельствует
о некоторой податливости
земного вещества
деформациям.**



**В научных кругах
постепенно понятие «шар» менялось на
«сферóид»,
«трёхосный эллипсóид»...**

**В действительности
форма Земли очень сложна
и не соответствует ни одной
правильной геометрической фигуре.**



**Поэтому за форму планеты Земля
принято тело,
ограниченное
поверхностью Мирового океана
в состоянии полного покоя**

при воображаемом отсутствии материков

ГЕОИД (греч. - *землеподобный*)

(рисунок 7):

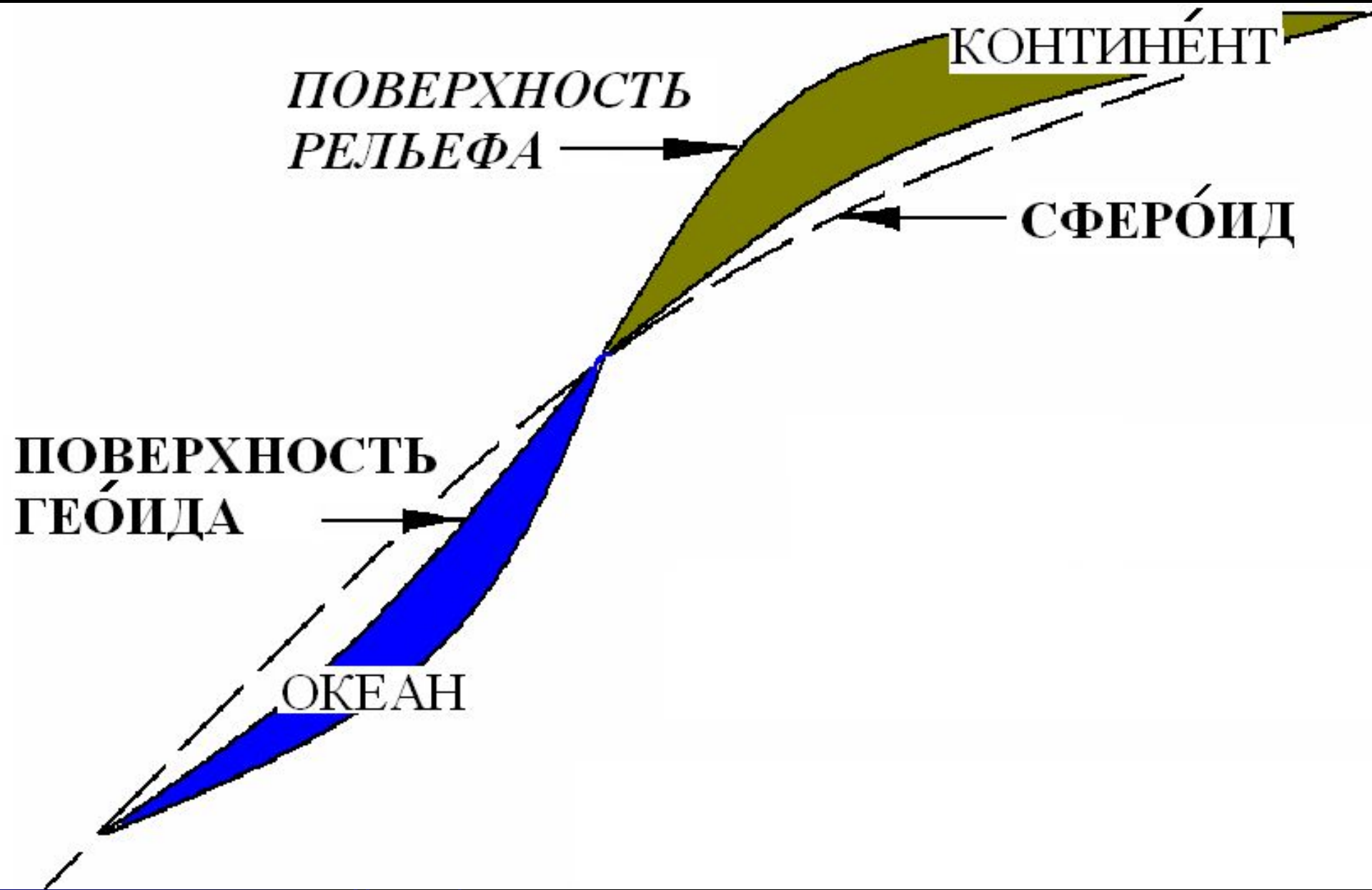


Рисунок 7 Поверхность геоида

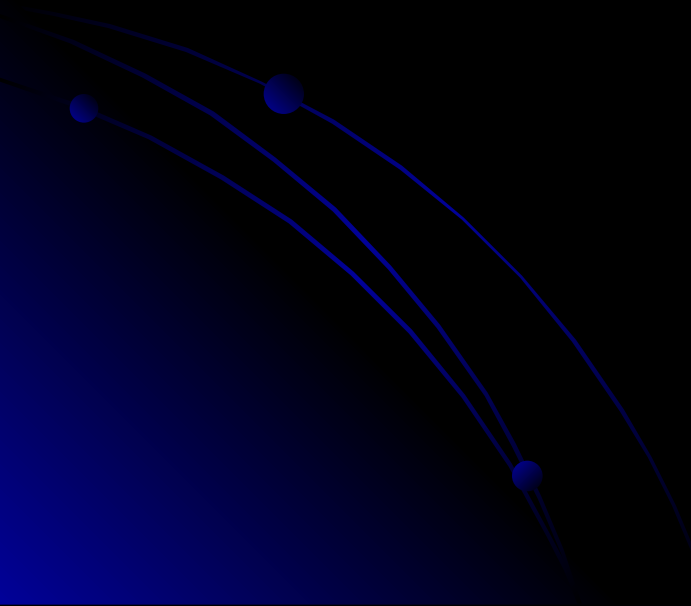
**Учёными были вычислены
различные параметры планеты:**

Объём Земли составляет $1 \cdot 10^{12}$ км³.

Масса Земли - $6 \cdot 10^{24}$ т.

**Средняя плотность земного вещества
полученная вычислением,
составила около $5,5$ г/см³.**

**Однако, вещества,
расположенные у поверхности Земли
имеют среднюю плотность
около $2,5 \text{ г/см}^3$
*(рисунок 8):***





3100 кг/м³



2800 кг/м³



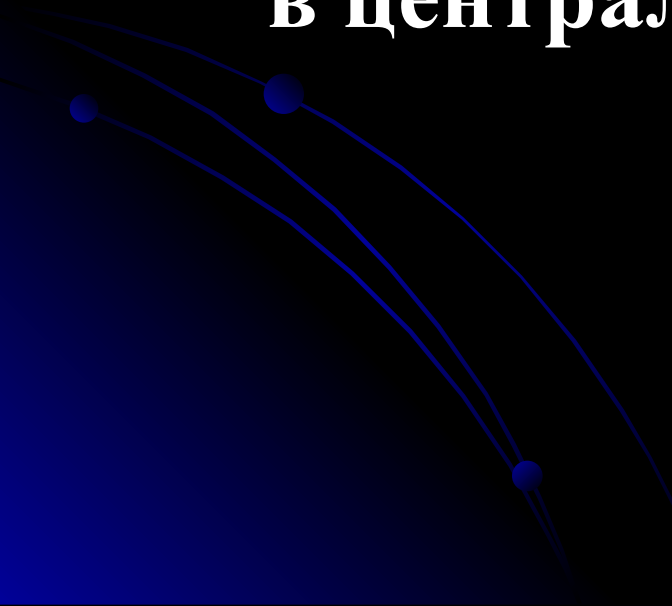
1900 кг/м³



1800 кг/м³

Рисунок 8 Плотность горных пород

**Это позволяет предположить,
что более тяжёлые вещества
с плотностью 9-11 г/см³
должны быть сосредоточены
в центральной части планеты.**



**Вследствие вращения Земли,
её неоднородное вещество
распределилось по радиусу
с обособлением целого ряда
оболочек – ГЕОСФЕР**

*(от греч. *ge* – земля, *sphaira* – шар)*

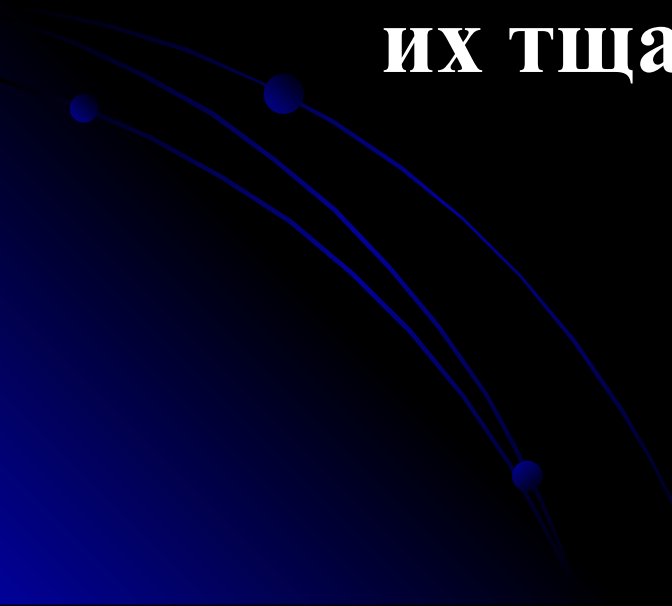
(рисунок 9).



Рисунок 9 Оболочки Земли



**Такие факты свидетельствуют
о неоднородности земного вещества,
сложности её внутреннего строения
и необходимости
их тщательного изучения.**



3. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ

**Земля – весьма сложный объект
для изучения:**

**непосредственному наблюдению доступны
лишь самые верхние горизонты.**

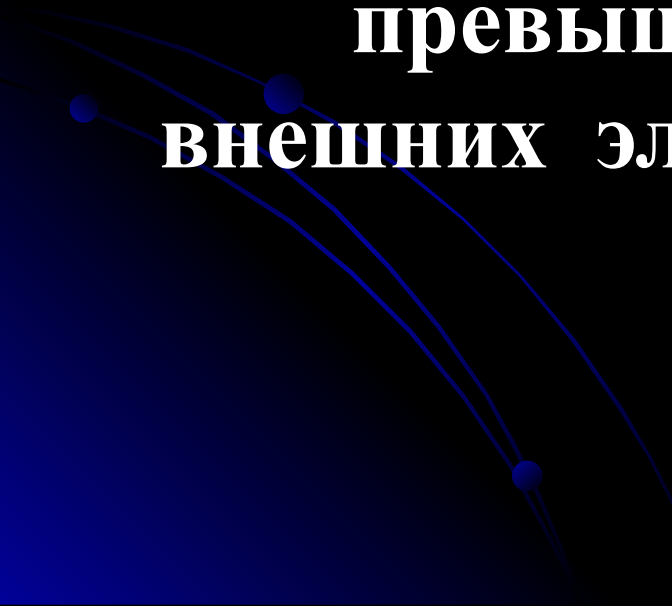
Внешние геосферы

изучать достаточно легко:

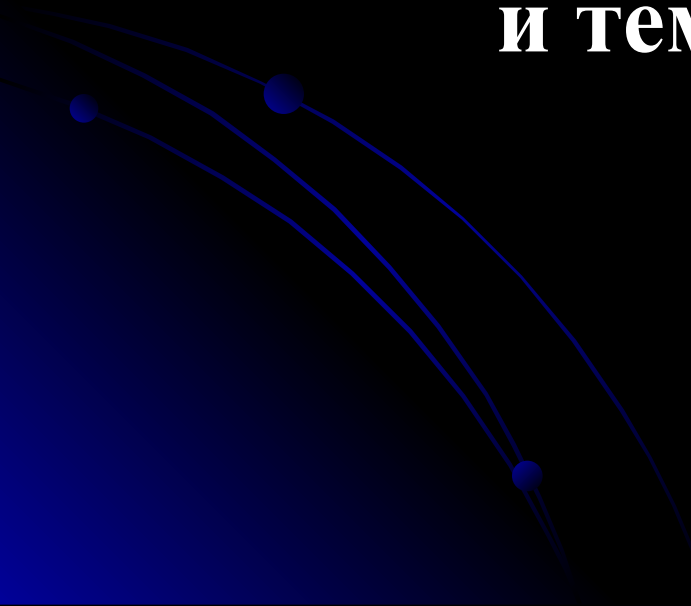
**их можно видеть, ощущать, измерять,
фотографировать,
брать пробы вещества и т.д.**

• МАГНИТОСФЕРА

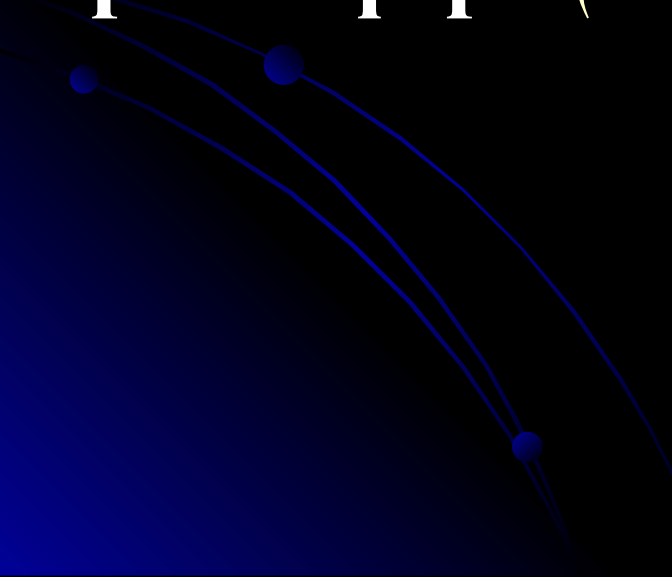
(до 80-90 км от поверхности земли) –
область околоземного пространства,
где напряжённость
магнитного поля Земли
превышает напряжённость
внешних электромагнитных полей;



- **АТМОСФЕРА** (*от греч. $\acute{a}tmos$ – пар*)
(до ~ 1300 км от поверхности земли) –
воздушная оболочка Земли,
разделяемая по составу
и температуре газов:

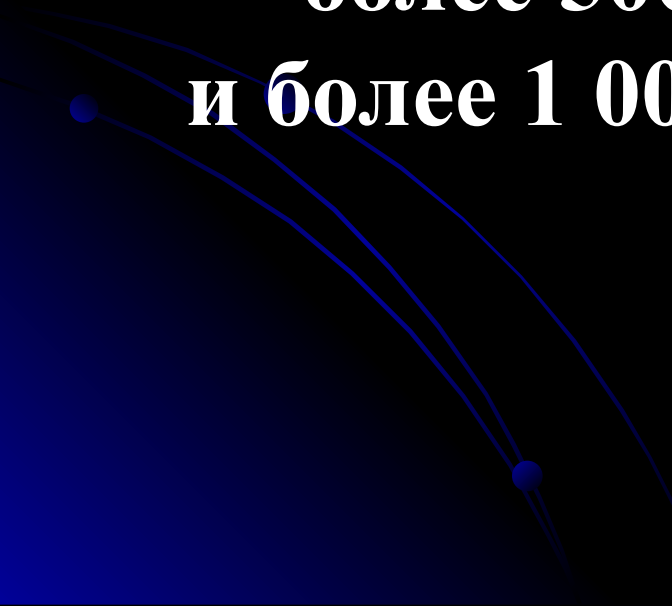


экзосфера (*от греч. echo – снаружи*),
термосфера (*от греч. therme – тепло, жар*),
стратосфера (*от греч. stratum – слой*),
тропосфера (*от греч. trope – поворот,
изменение*);



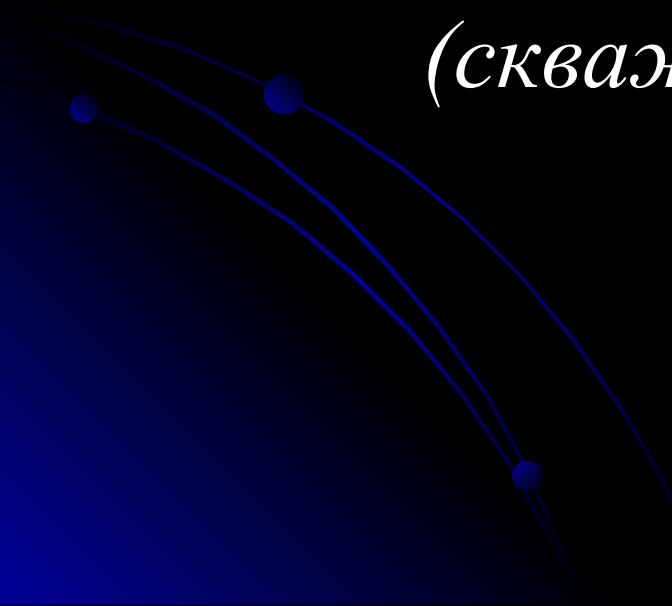
- **ГИДРОСФЕРА** (*от греч. hydor - вода*) –
водная оболочка Земли,
занимающая около 70%
площади её поверхности;



- **БИОСФЕРА** (*от греч. bios – жизнь*) – область распространения жизни в атмосфере, гидросфере и на суше.
В состав биосферы входят более 500 000 видов растений и более 1 000 000 видов животных;
- 

Недра Земли долго оставались загадкой.

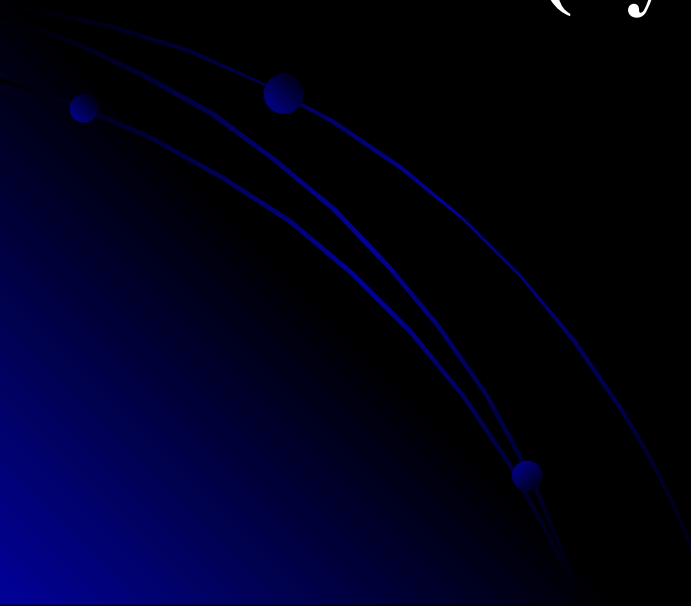
**Для изучения состава
и внутреннего строения Земли
применяют горные выработки
(*скважины, шахты и др.*).**



Но прямыми методами

(рисунки 10, 11)

**пока можно воспользоваться лишь
до сравнительно небольшой глубины
(чуть более 12 км):**



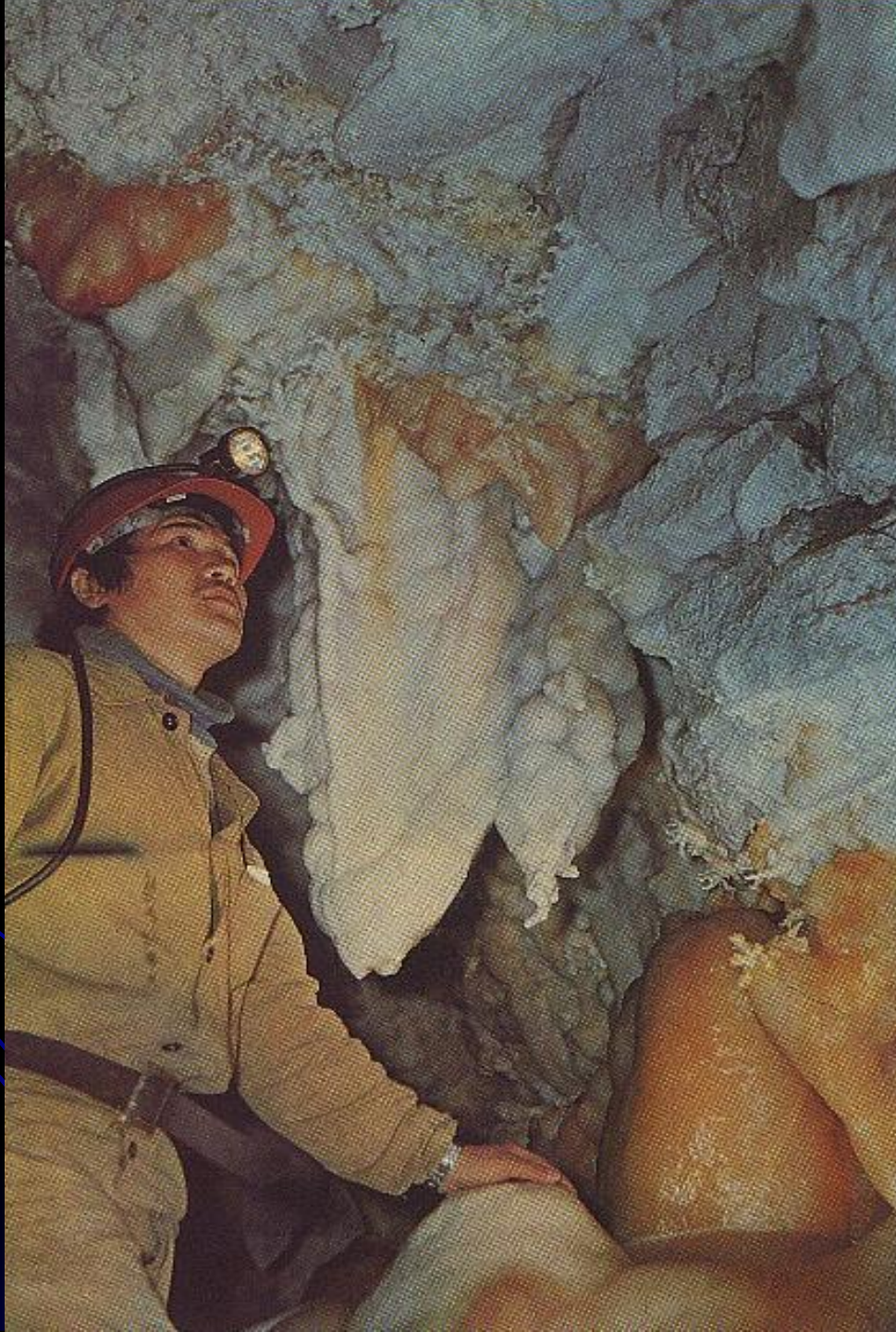


Рисунок 10
Изучение
ЗЕМНЫХ
недр



Рисунок 11 Кольская сверхглубокая скважина

**Поэтому большое распространение
получили косвенные методы:**

**доступные объекты
изучают прямыми методами,
результаты исследования
фиксируют в справочной литературе,
а затем находят подобные
свойства у недоступных объектов.**

**Множество великих открытий
в геологической науке совершено,
благодаря *геофизическим методам*,
основанным на изучении
различных физических свойств
земного вещества.**




Особое значение имеет
сейсмический метод,
анализирующий
скорости упругих волн,
зарегистрированных в теле Земли.

Их распространение зависит
от состояния земного вещества
и условий его залегания.



Различают два основных вида упругих волн:

- продольные (P), вызываемые периодическим сжатием и растяжением твёрдых, жидких и газообразных сред;

- **поперечные (S), вызываемые периодическими сдвигами или кручением вещества, которые распространяются только в твёрдых средах.**
- 

Если в недрах планеты происходит землетрясение или взрыв, то возникают упругие колебания, распространяющиеся, подобно волнам по воде (*рисунок 12*). Причём скорость поперечных волн приблизительно в 1,7 раза меньше скорости продольных волн в той же среде.

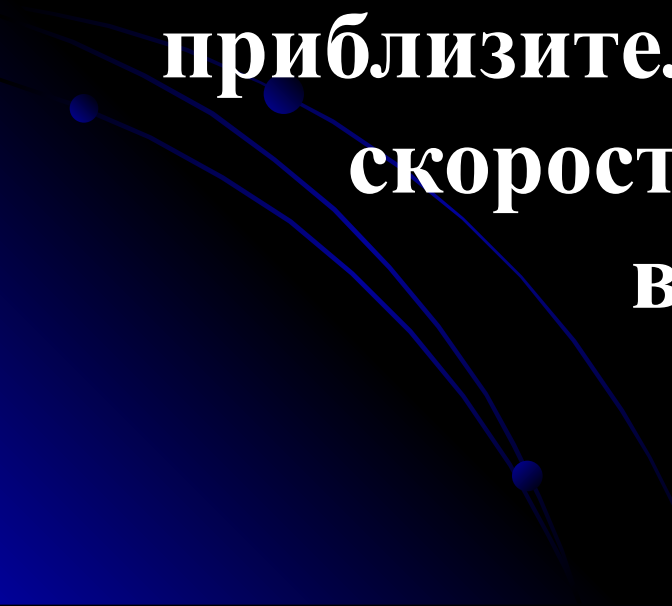
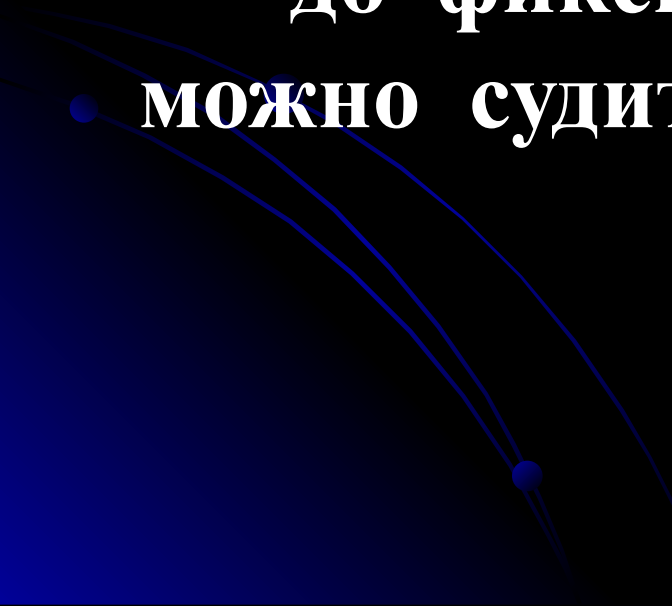




Рисунок 12 Представление о сейсмическом методе изучения земных недр

**По характеру и скорости прохождения
сейсмических волн
от места их появления
(очага землетрясения или взрыва)
до фиксирующего их прибора
можно судить о плотности вещества.**



V_P в гранитах, гнейсах и аналогичных по плотности породах 5000-7000 м/с,

V_P в известняках 2000-5000 м/с,

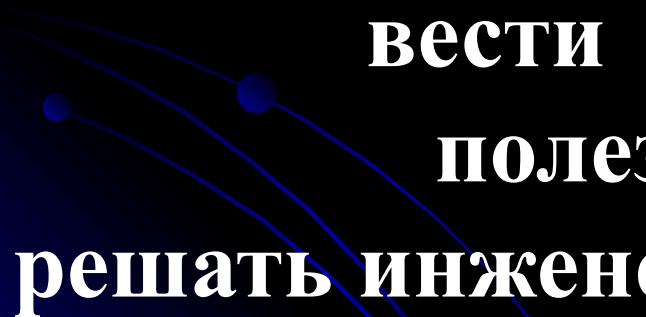
V_P в глинах 1400-2000 м/с,

V_P в песках 500-1100 м/с,

V_P в воде 1500 м/с,

V_P в воздухе 330 м/с.

**Так можно выяснить особенности
внутреннего строения Земли,
предсказать землетрясения,
установить границы
между геологическими объектами,
вести поиски и разведку
полезных ископаемых,
решать инженерно-геологические задачи.**



4. СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

**Вследствие вращения Земли,
её неоднородное вещество
распределилось по радиусу
с обособлением целого ряда
оболочек – ГЕОСФЕР**

(от греч. ge – земля, sphaira – шар)

(рисунок 13).

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

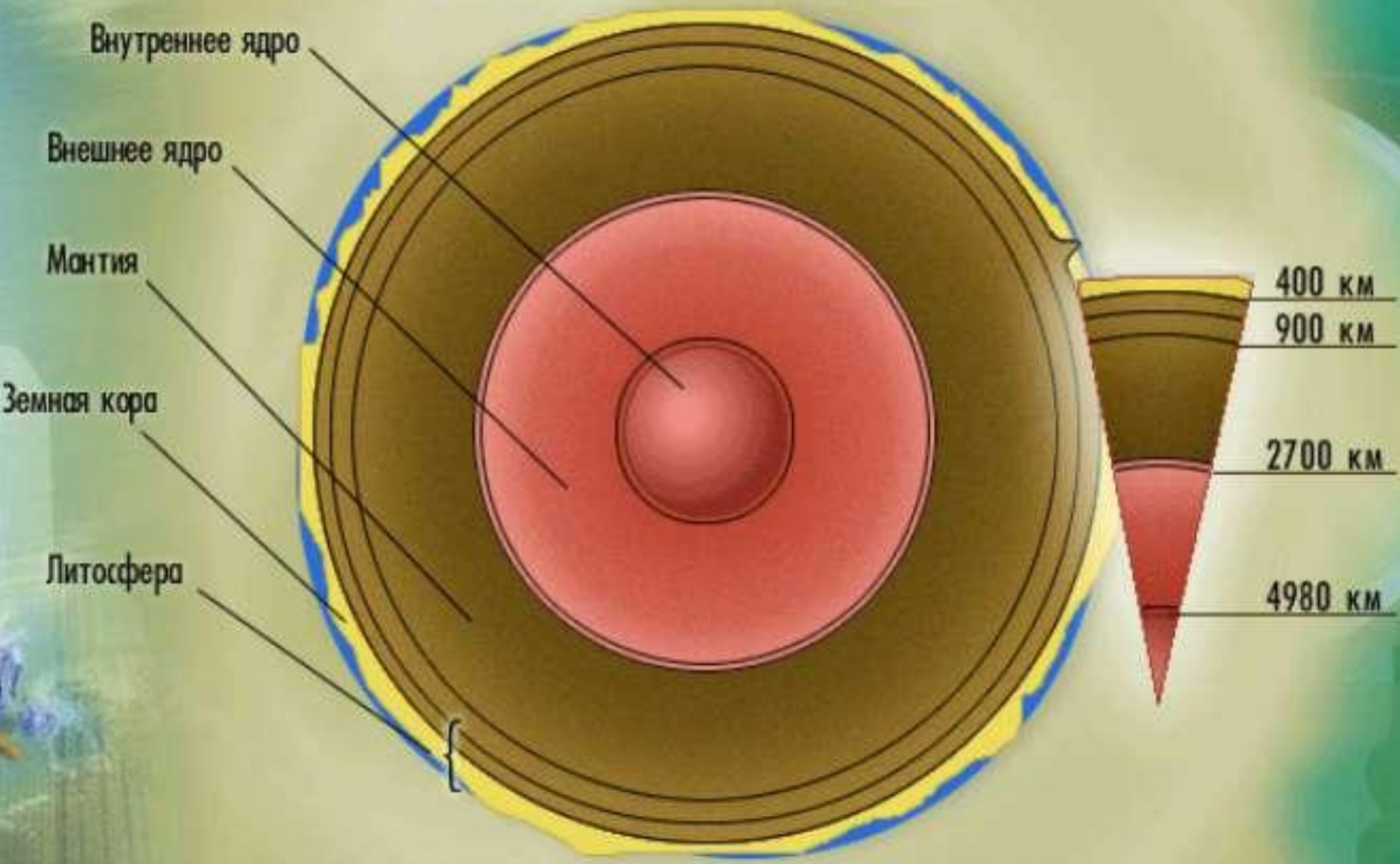


Рисунок 13 Внутренние геосферы

**• ЗЕМНАЯ КОРА –
внешняя каменная оболочка Земли,
сложенная минералами
и горными породами.**

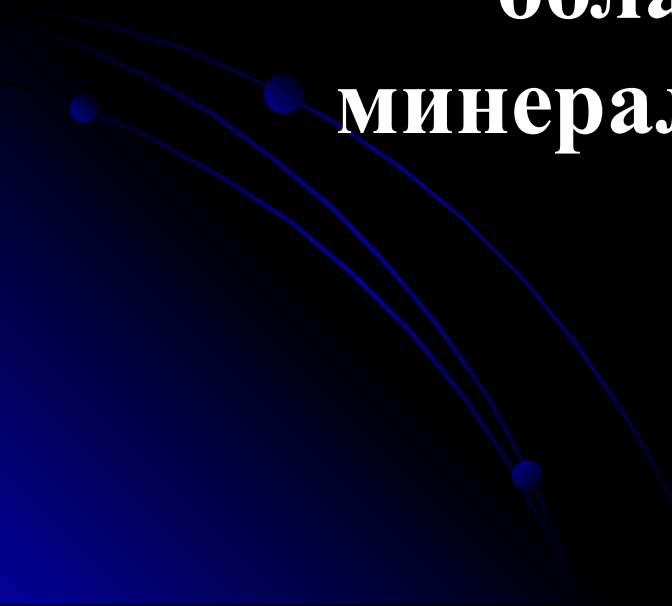
Мощность её различна:

под океанами от 3 до 18 км,

в равнинных областях от 25 до 30 км,

в горных областях от 50 до 84 км;

**земная кора вместе
с прилегающим к ней пространством
до глубины около 150 км
составляет ЛИТОСФЕРУ
(от греч. *lithos* – камень) –
область образования
минералов и горных пород;**



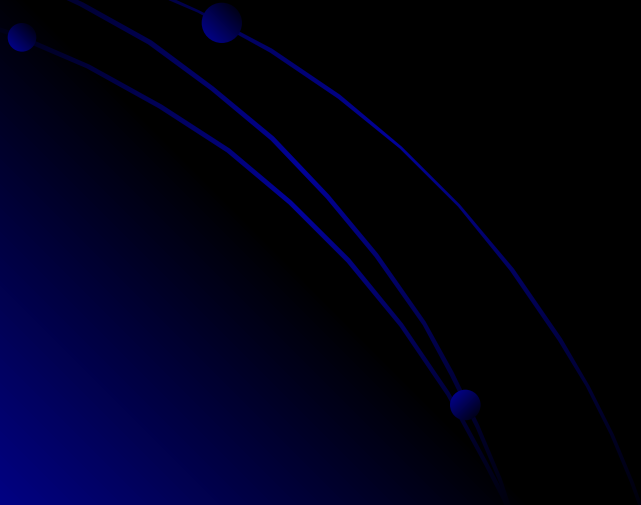
• МАНТИЯ

*(от греч. *mantion* – покрывало, плащ)*

внутренняя геосфера,

составляющая

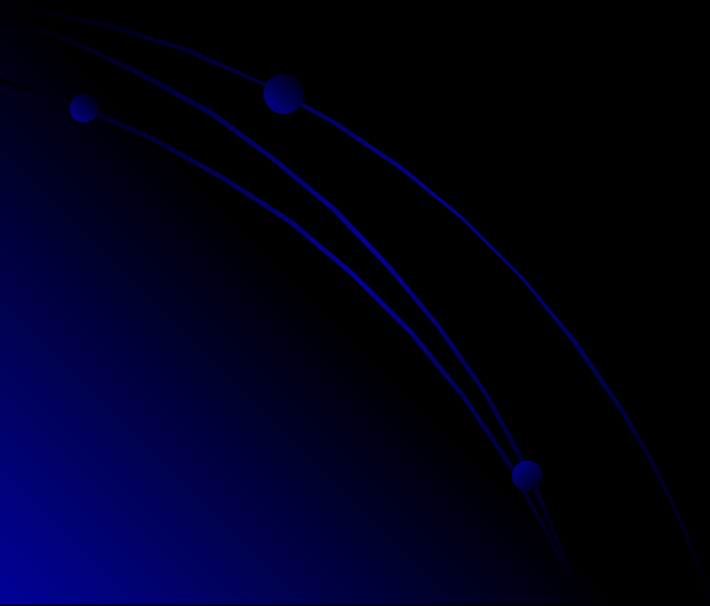
около 83% объёма Земли и 2/3 её массы.



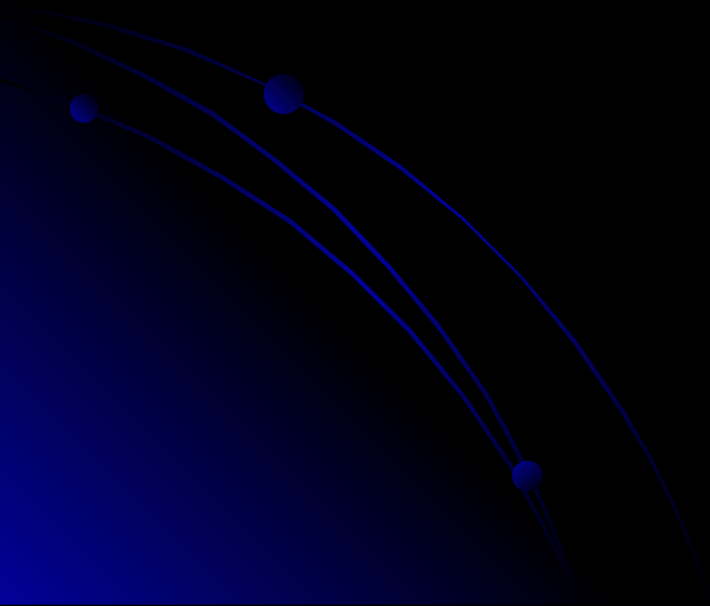
**Температура вещества мантии
около 2500° С,
плотность 3,5-6,0 т/м³,
оно находится в твёрдом состоянии.**

**Внешней стороной мантия
контактирует с земной корой,
а вглубь планеты проникает
приблизительно до 2900 км;**

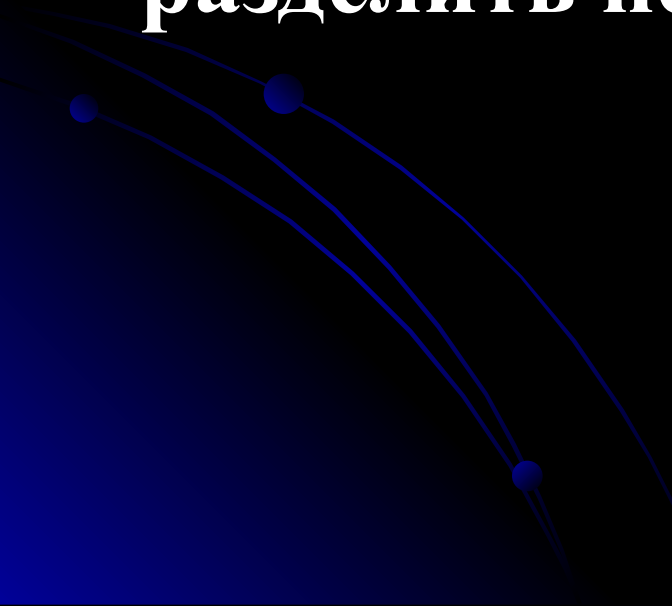
**• ЯДРО –
центральная часть Земли.
Радиус ядра около 3470 км,
плотность вещества от 10-12 до 20 т/м³.**



Считается, что ядро разогрето до температуры 5000-6000° С, внешняя его часть находится в жидком состоянии, а внутренняя часть – твёрдая.



**Именно знания
о свойствах сейсмических волн
позволили
австралийскому геофизику К. Буллену
разделить недра Земли на семь слоёв
(рисунок 14):**



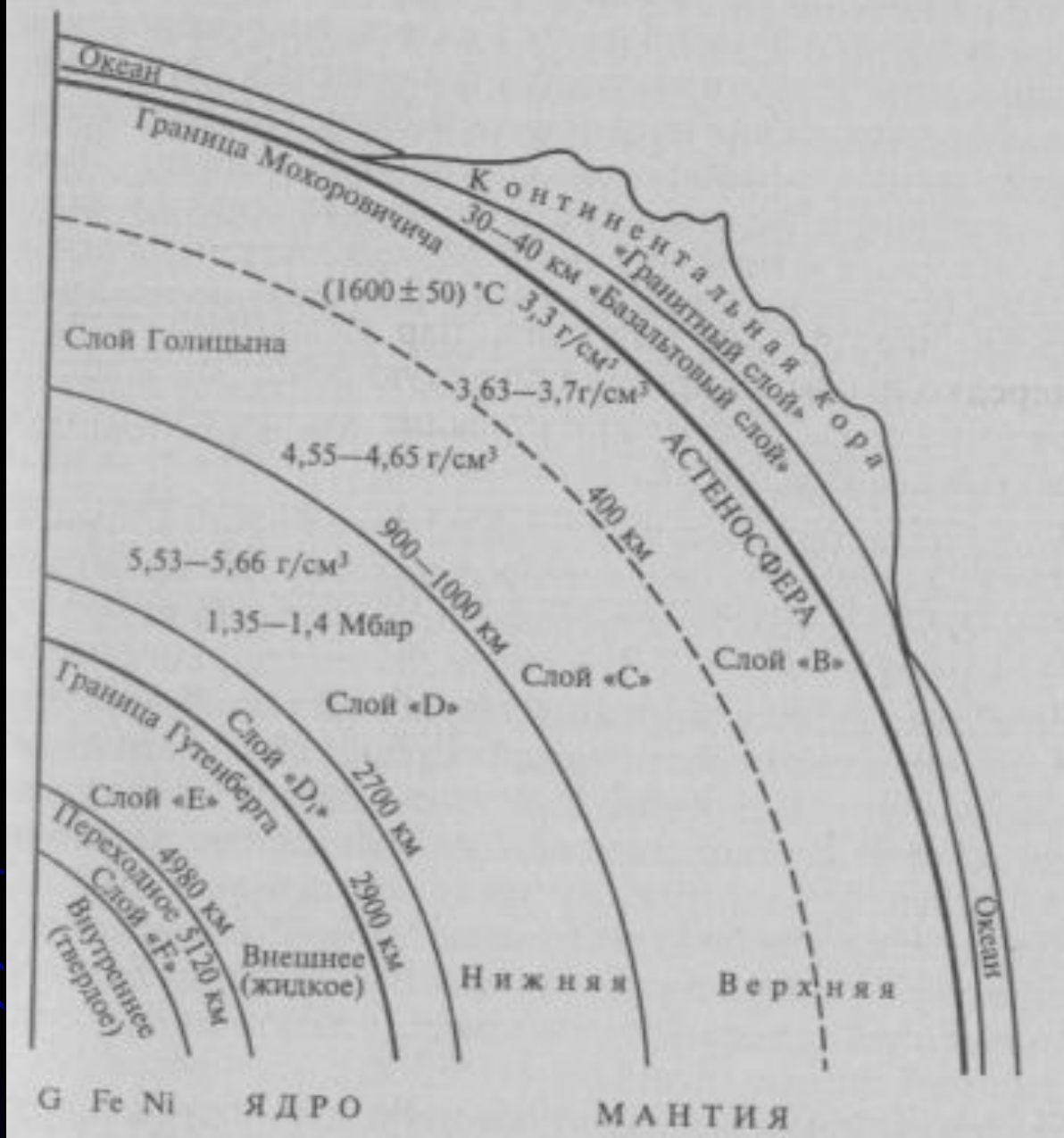
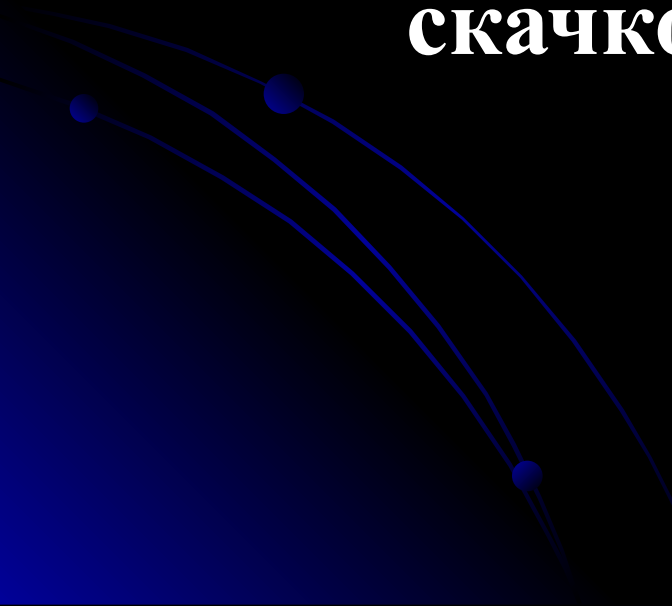


Рисунок 14 Внутренние геосферы

A – земная кора распространяется от самой поверхности Земли до глубины около 54 км, где скорости упругих волн скачкообразно меняется.



**Эта граница, названная
поверхностью Мохорóвичича
или просто Мóхо**


*(в честь первооткрывателя -
югославского геофизика
А. Мохорóвичича),*

**отделяет земную кору
от нижележащей оболочки.**

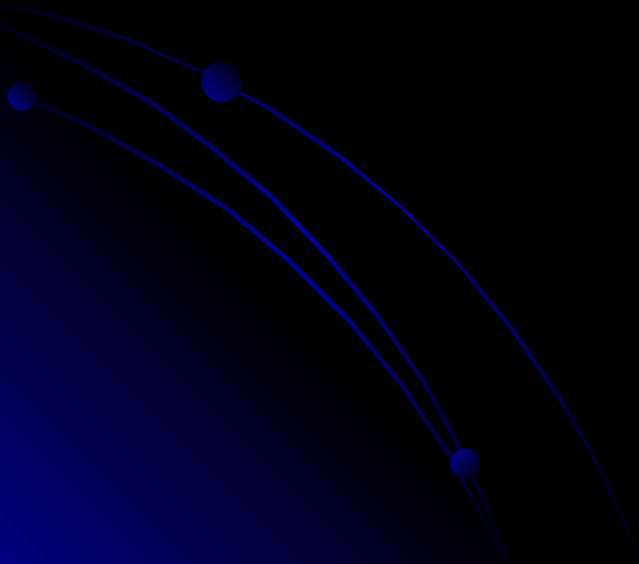


В – верхняя мантия
на глубинах *300-400 км*
подстиляет земную кору.

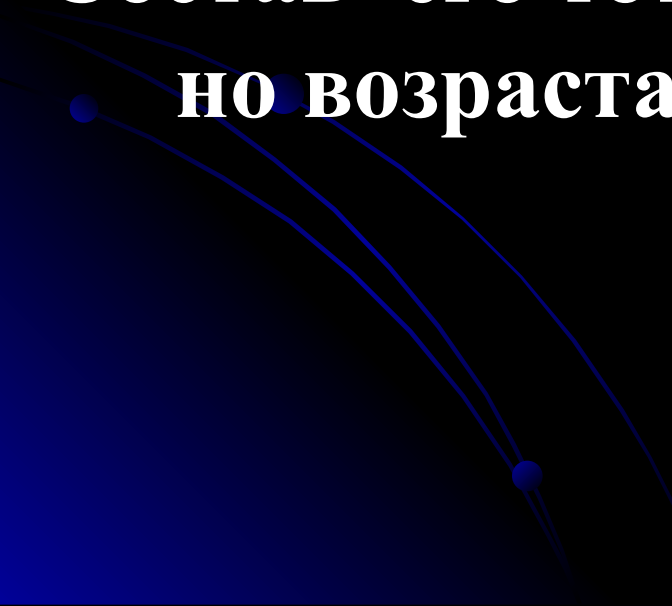
В пределах верхней мантии
в интервале глубин *70-150 км*
отмечается слой размягчения
или **астеносфера**
(от греч. *asthenes* – слабый).



**С астеносферой связано положение
очагов многих землетрясений,
что говорит о её активной роли
в развитии геологических процессов.**



**С – промежуточный слой
или переходная зона
размещается на глубинах 700-950 км.
Состав его тот же, что и верхней мантии,
но возрастает плотность вещества.**



D – нижняя мантия

находится на глубинах 950-2900 км.

**Высокая плотность её вещества,
очевидно, связана с сильным сжатием**

и появлением

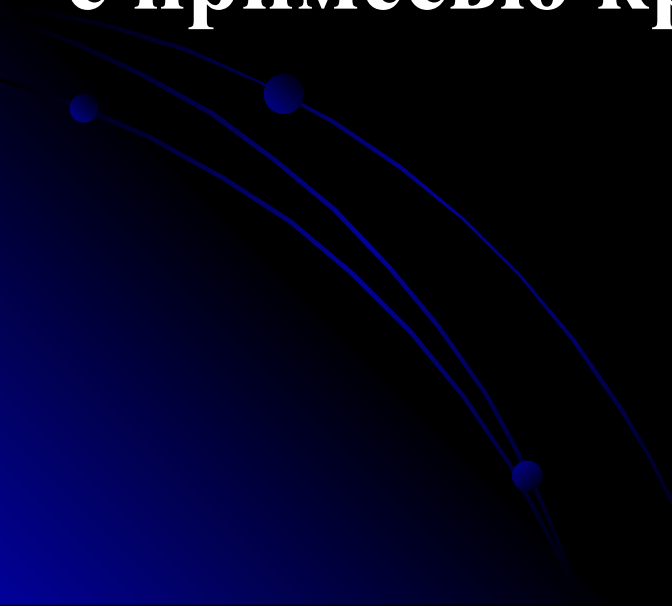
плотных модификаций кремнезёма,

окислов железа и магния

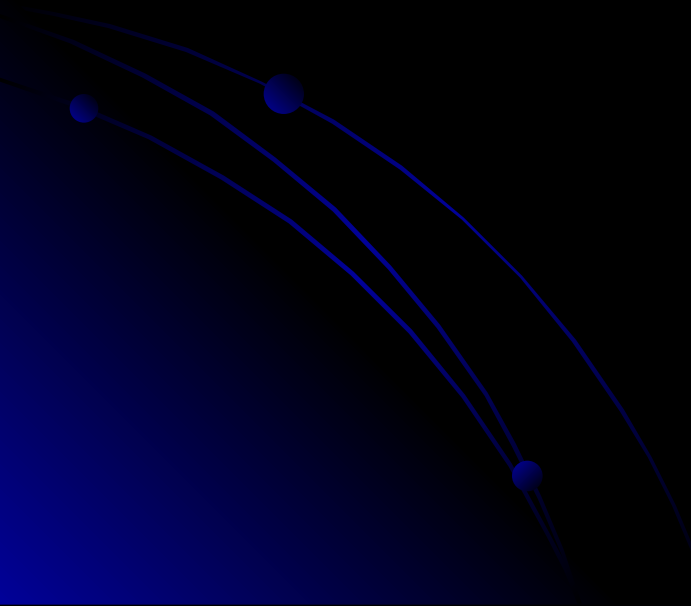
при относительно высоких температурах.



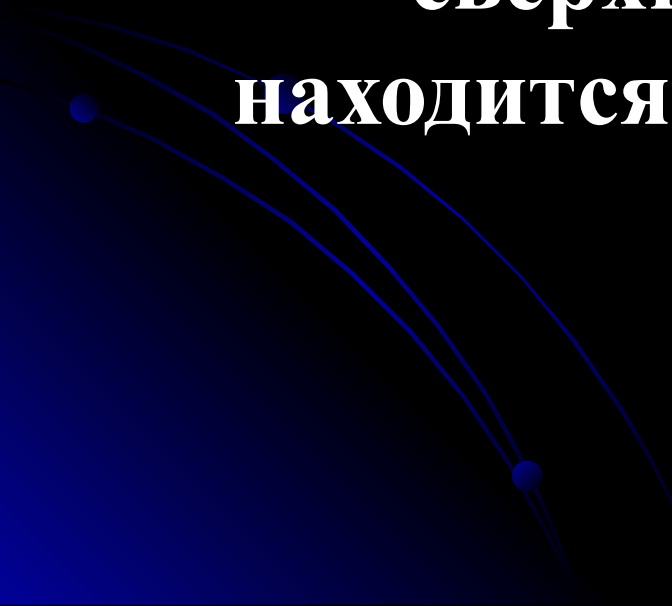
Е – внешнее ядро
на глубинах 2900 - 4980 км.
Состоит, предположительно,
из сжатого жидкого железа
с примесью кремнезёма (SiO_2) и никеля.



**F – промежуточный слой
на глубинах 4980 - 5120 км
выделяется по физическим свойствам.**



**G – внутреннее ядро Земли,
по-видимому, имеет состав
как у внешнего ядра,
но в результате действия
сверхвысокого давления
находится в твёрдом состоянии.**



5. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

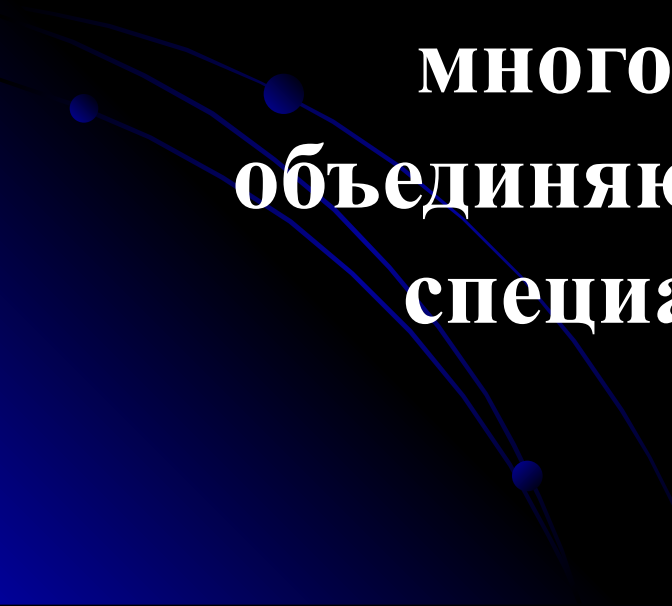
**С древнейших времён
люди изучали планету Земля.**

**Знания, накопленные
за многие тысячелетия, оформились
в многочисленные науки о Земле:**

***ГЕОМЕТРИЮ, ГЕОДЕЗИЮ
ГЕОГРАФИЮ и др.***


Одной из наук о Земле является
ГЕОЛОГИЯ,
изучающая её состав, строение,
происхождение и развитие.

Это очень сложная
многоотраслевая наука,
объединяющая несколько групп
специальных дисциплин:



• науки, изучающие вещественный состав Земли – *МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ;*

• науки о строении Земли –
*ГЕОТЕКТОНИКА,
СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ,
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ;*



- науки о геологических процессах –
*ГЕОДИНАМИКА, ГЕОТЕКТОНИКА,
СЕЙСМОЛОГИЯ, ВУЛКАНОЛОГИЯ;*
- науки, изучающие историю развития
Земли – *СТРАТИГРАФИЯ,
ПАЛЕОНТОЛОГИЯ,
ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ;*

• прикладные науки –

ГИДРОГЕОЛОГИЯ,

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА,

МЕТАЛЛОГЕНИЯ,

ГОРНОЕ ДЕЛО,

ЭКОНОМИКА

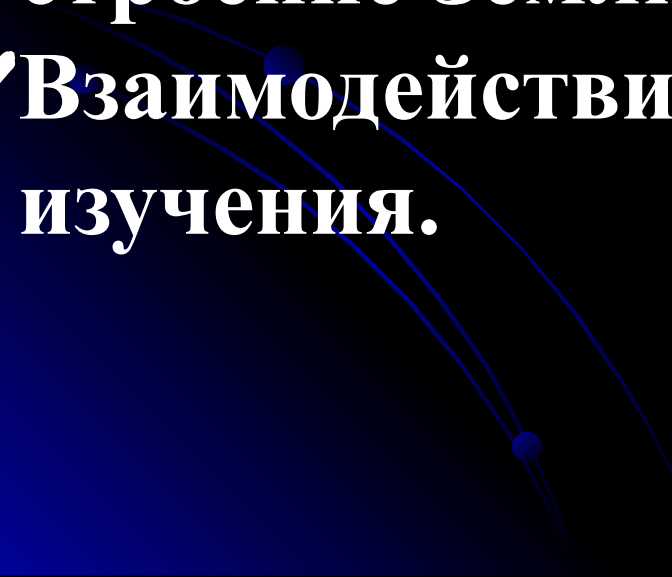
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ,

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.

**В профессии геолога
выделяют около сотни
различных специализаций.**



ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

- 'Земля как планета Солнечной системы.
 - 'Теории происхождения Земли.
 - 'Форма Земли.
 - 'Внешние оболочки и внутреннее строение Земли.
 - 'Взаимодействие геосфер и способы их изучения.
- 

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

