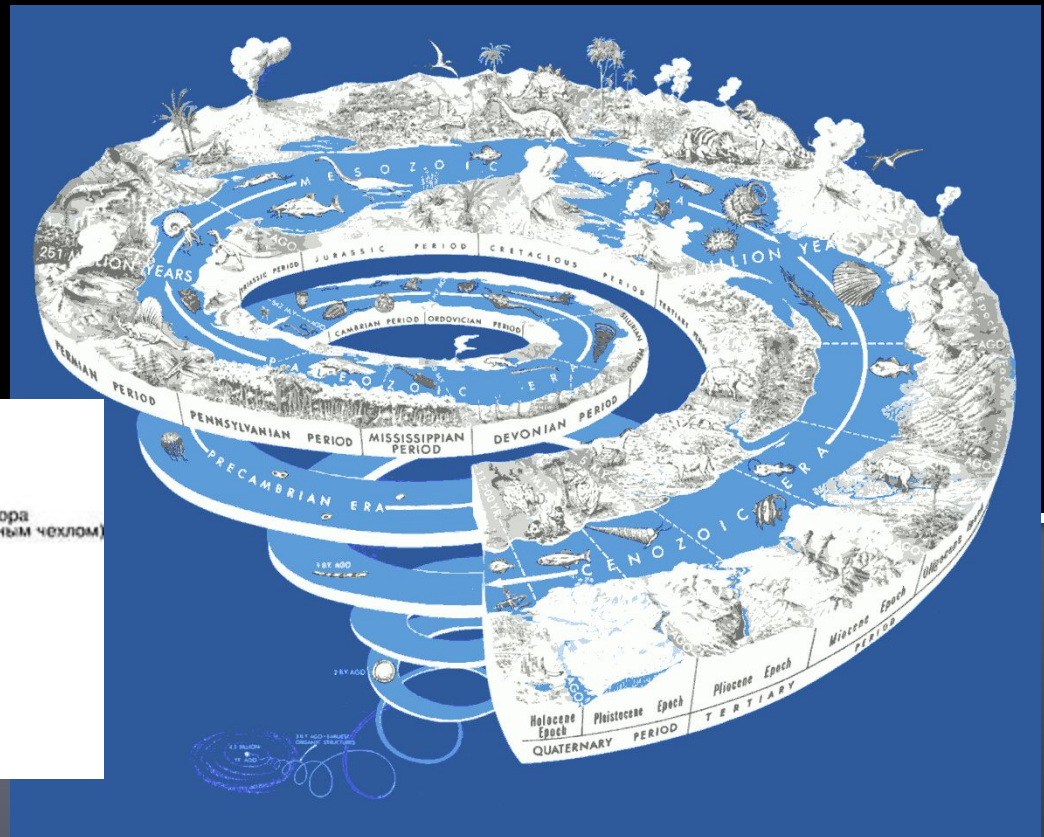
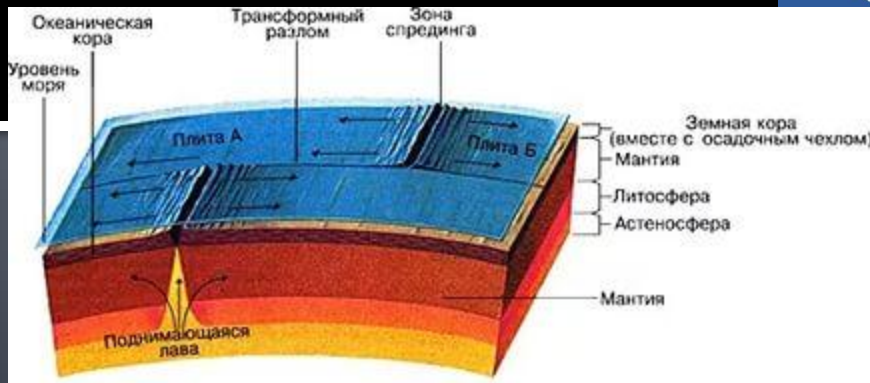


Строение Земли



Методы изучения Земли

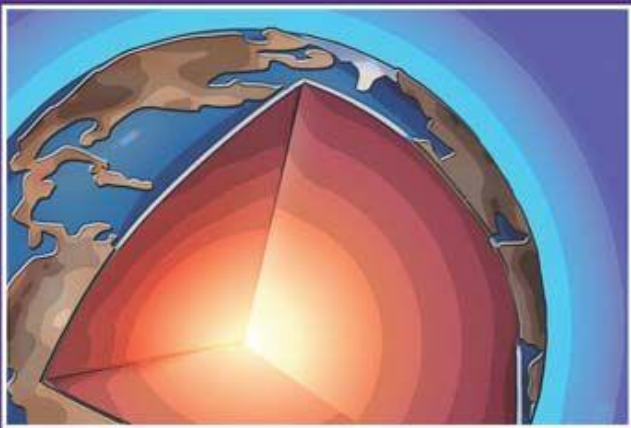
- **До глубины 12-15 км** – непосредственное изучение (Кольская скважина).
- **До глубины ≈ 200 км** – вещество недр Земли выносится на ее поверхность и становится доступным для изучения.
- На глубине ≈ 200 км создается настолько высокое давление, что обычный каменный уголь превращается в алмазы (у этих веществ – одинаковый хим. состав – С), которые вместе с другими веществами мантии иногда выносятся на поверхность Земли вулканическими магмами (образуются т.н. «кимберлитовые трубки»).
-
- **Более глубокие слои:**
 - Регистрация характера прохождения сейсмических (звуковых) волн, возникающих при землетрясениях и атомных взрывах (основная информация).
- На сейсмических станциях регистрируется средняя скорость прохождения сейсмических волн через различные части Земли. Т.к. скорость звука зависит от плотности среды, геофизики рассчитали плотность различных частей Земли и сделали вывод о минеральном составе этих частей.
- - Анализ вещества метеоритов, которое периодически выпадает из космоса и становится доступным прямому изучению (исходя из допущения, что метеориты – остатки протопланетного облака, из которого образовалась и Земля, отражающие его состав и структуру). **К этим данным надо относиться с осторожностью, т.к. еще нет общепризнанной модели эволюции СС.**
-

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ

В.Е. ХАИЦ, И.В. КОРОНОВСКИЙ

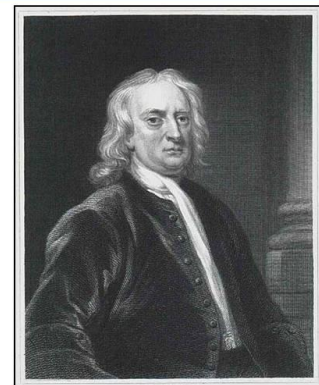


ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ ОТ ЯДРА ДО ИОНОСФЕРЫ

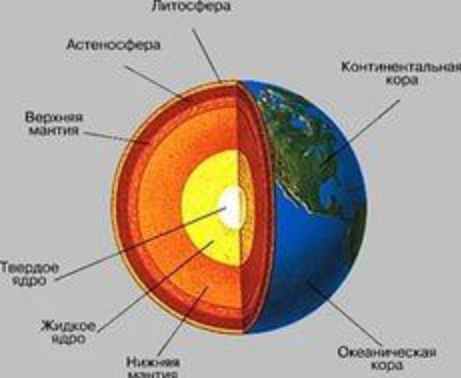


- Форма – геоид: $R_{\text{экв.}} > R_{\text{полярн.}}$ (6378≠6357);
- Длина экватора $\approx 40\,000$ км;
- $S_{\text{поверхности}} \approx 510$ млн. км² (суша – 29%, моря и океаны – 71%);
- Масса = $6 \cdot 10^{21}$ т.

Исаак Ньютон (Великобритания)



Первый предложил, что Земля – не шар!



СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ



Сейсмические исследования показали, что Земля имеет сложное строение и состоит из нескольких геосферных оболочек различной плотности и хим. состава.

Геосферные оболочки:

1. Ядро

Внутреннее ядро –

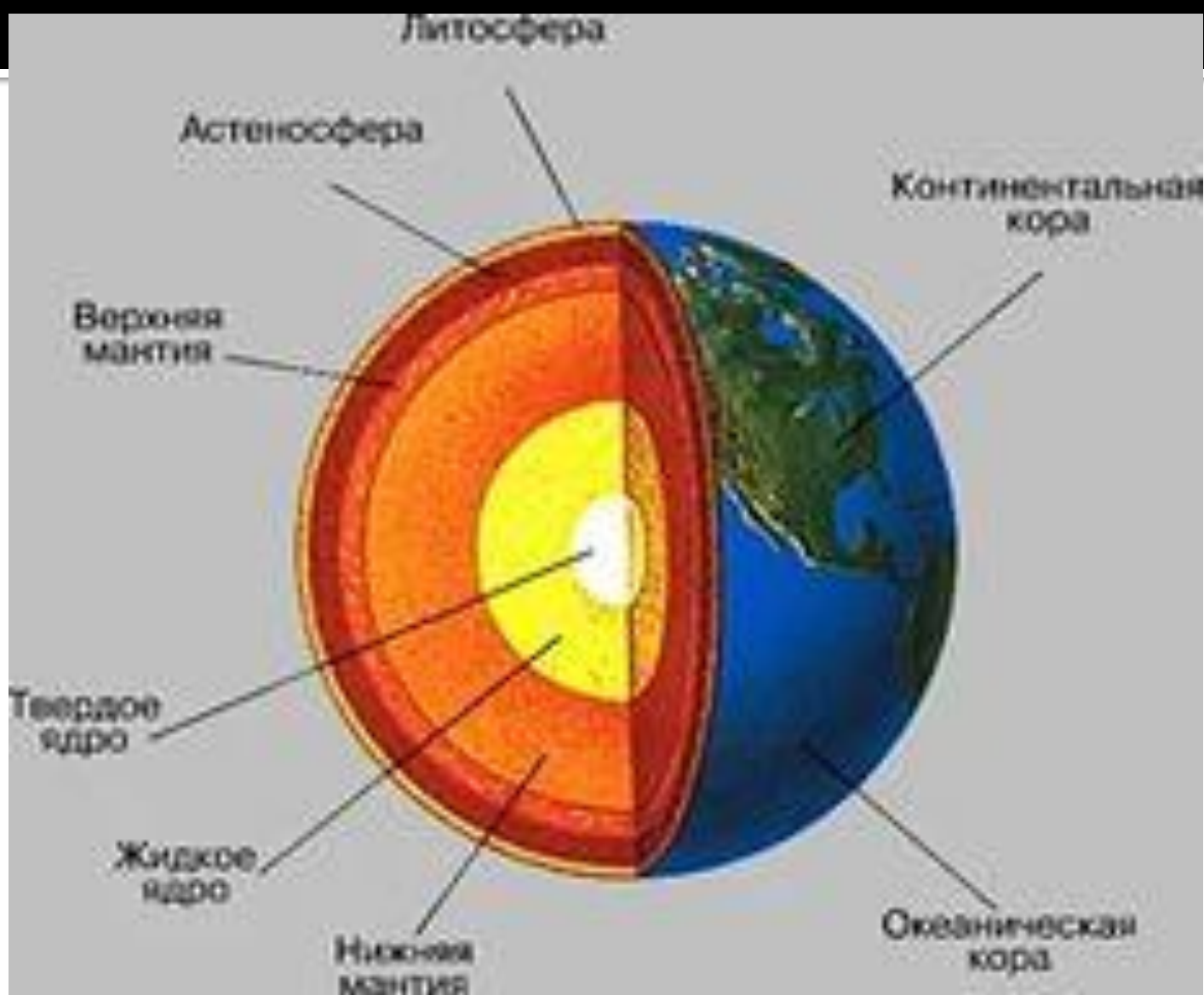
шар $d = 2\,500$ км с кристаллической структурой;
90% Fe, $t > 4\,000^\circ\text{C}$.

Внешнее ядро –

Жидкое, содержит Fe, его оксиды, примеси Si, S.

Fe ядра обеспечивает **земной магнетизм** (за счет конвекции внешнего ядра).

Палеомагнитные данные: в древних породах зафиксировано направление магнитного поля → свидетельство неоднократной смены магнитных полюсов Земли.



2. Мантия –

- жидкая, но очень вязкая; состоит из оксидов Si, Mg, Fe;
- наружный слой - *астеносфера* (*astenes* – слабый); очень плохо проводит тепло → Земля остывает очень медленно;
- вещество мантии постоянно перемешивается (конвективное движение), в результате этого: происходит перемещение литосферных плит;
- на поверхность извергаются высокотемпературные лавы (~ 1300°C).

3. Кора (литосфера) (litos – камень) –

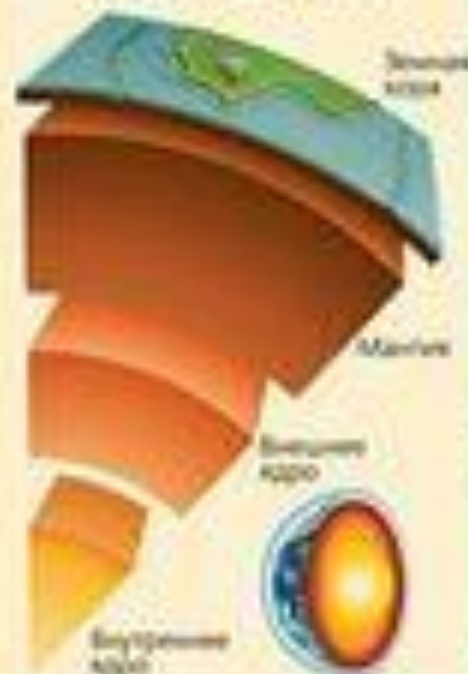
- внешняя оболочка Земли, толщина: под океанами 5-10 км, под материками до 70 км (океаническая кора двухслойна, континентальная – трехслойна).
- Если бы Землю можно было сжать до размеров яблока, то самые толстые части земной коры были бы толщиной с кожицу.
-
- состоит из холодных и жестких плит, которые перемещаются друг относительно друга благодаря податливости астеносферы.
- Вся поверхность Земли (включая океаны!) представляет собой как бы гигантскую мозаику, собранную из литосферных плит (**Евразийская, Африканская, Североамериканская, Южноамериканская, Тихоокеанская, Индо-Австралийская, Антарктическая**).
- образовалась в результате плавления внутренних частей Земли, переноса кипящих жидкостей к поверхности и выветривания горных пород

ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ



СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ И ЗЕМНОЙ КОРЫ

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ



Литосфера — верхний слой земной коры, состоящий из осадочных, метаморфических и магматических пород. В литосфере происходит образование и развитие большинства форм рельефа. Литосфера простирается на глубину до 100 км.

ЗЕМНАЯ КОРА

ОКЕАНИЧЕСКАЯ

МАТЕРИКОВАЯ



СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ



Литосфера — верхний слой земной коры, состоящий из осадочных, метаморфических и магматических пород. В литосфере происходит образование и развитие большинства форм рельефа. Литосфера простирается на глубину до 100 км.

СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ



Литосфера — верхний слой земной коры, состоящий из осадочных, метаморфических и магматических пород. В литосфере происходит образование и развитие большинства форм рельефа. Литосфера простирается на глубину до 100 км.

Основные типы горных пород:

- **Магматические** (изверженные) – гранит, базальт, пемза – около 60% коры.
- **Осадочные** (образуются при осаждении и отложении обломочного материала и живых организмов) – щебень, пески, глины, известняки, уголь, нефть, янтарь.
- **Метаморфические** (магматические или осадочные породы, претерпевшие изменения в недрах Земли) – мрамор, алмазы, слюда, кварциты.



Классификация горных пород по происхождению

магматические (изверженные)

осадочные

метаморфические

Базальт
Гранит
Пемза
Обсидиан



Стр. 62

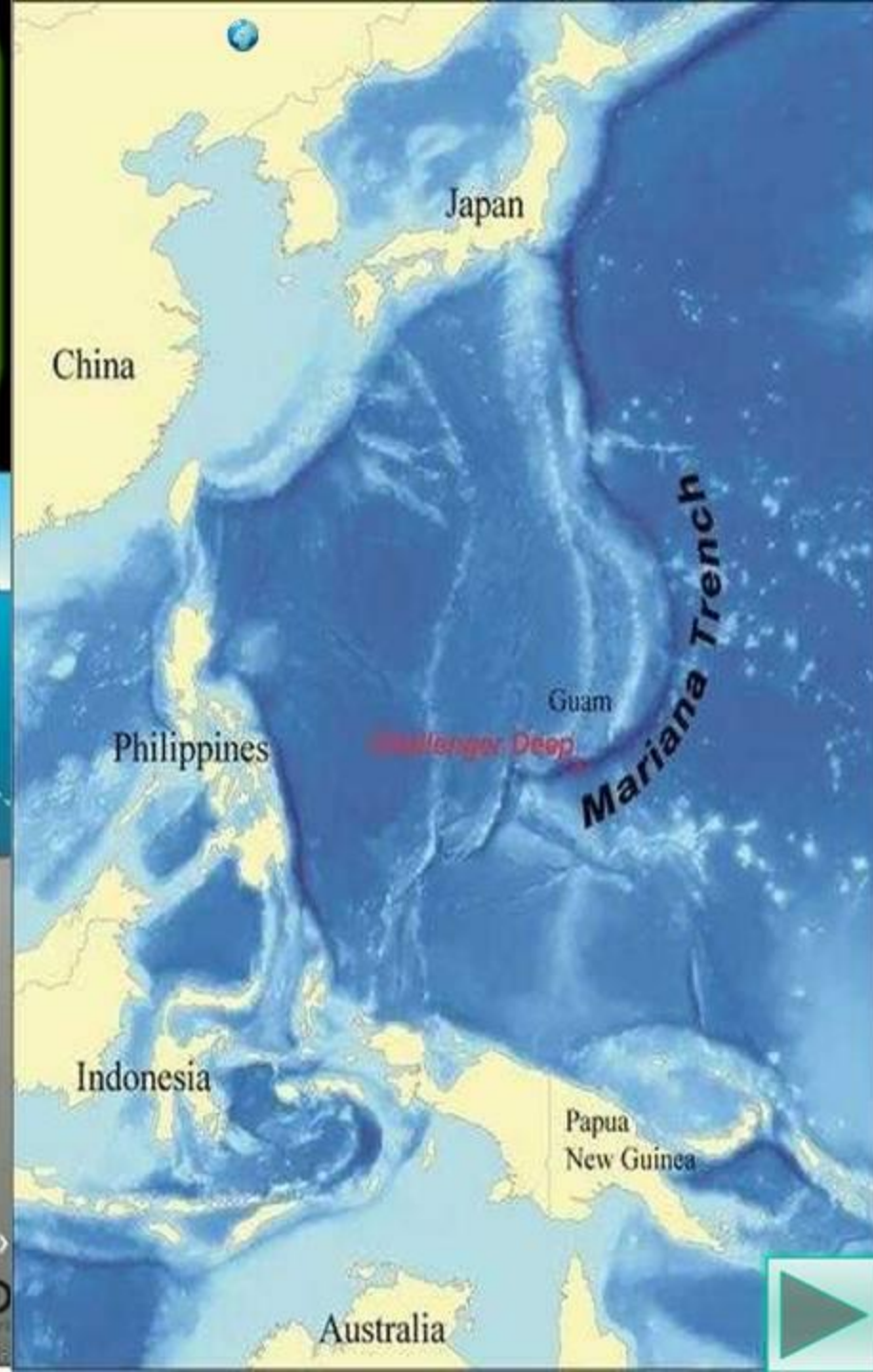
4. Гидросфера –

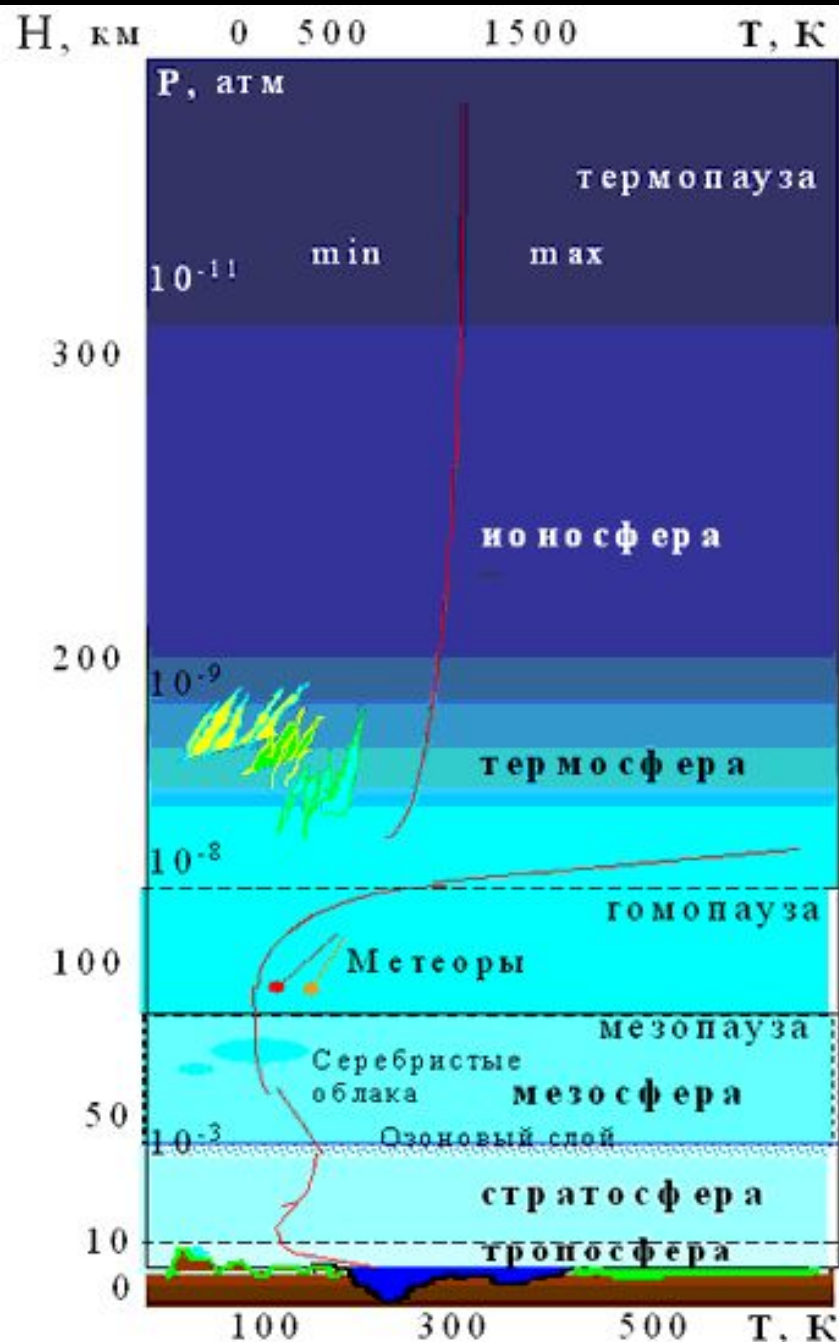
A satellite map of the Pacific Ocean, showing the surrounding continents of Asia, Australia, North America, and South America. An arrow points to the Mariana Trench, which is labeled "Mariana Trench".

Mariana Trench

- состоит из воды океанов, морей, рек, озер, подземных источников, материковых льдов.
 - большая часть воды сосредоточена в Мировом океане (~63%);
 - пресные воды суши – не > 0,05% всех вод.
- глубина океана: средняя ~ 3700 м,
наибольшая – 11022 м (Марианский желоб)

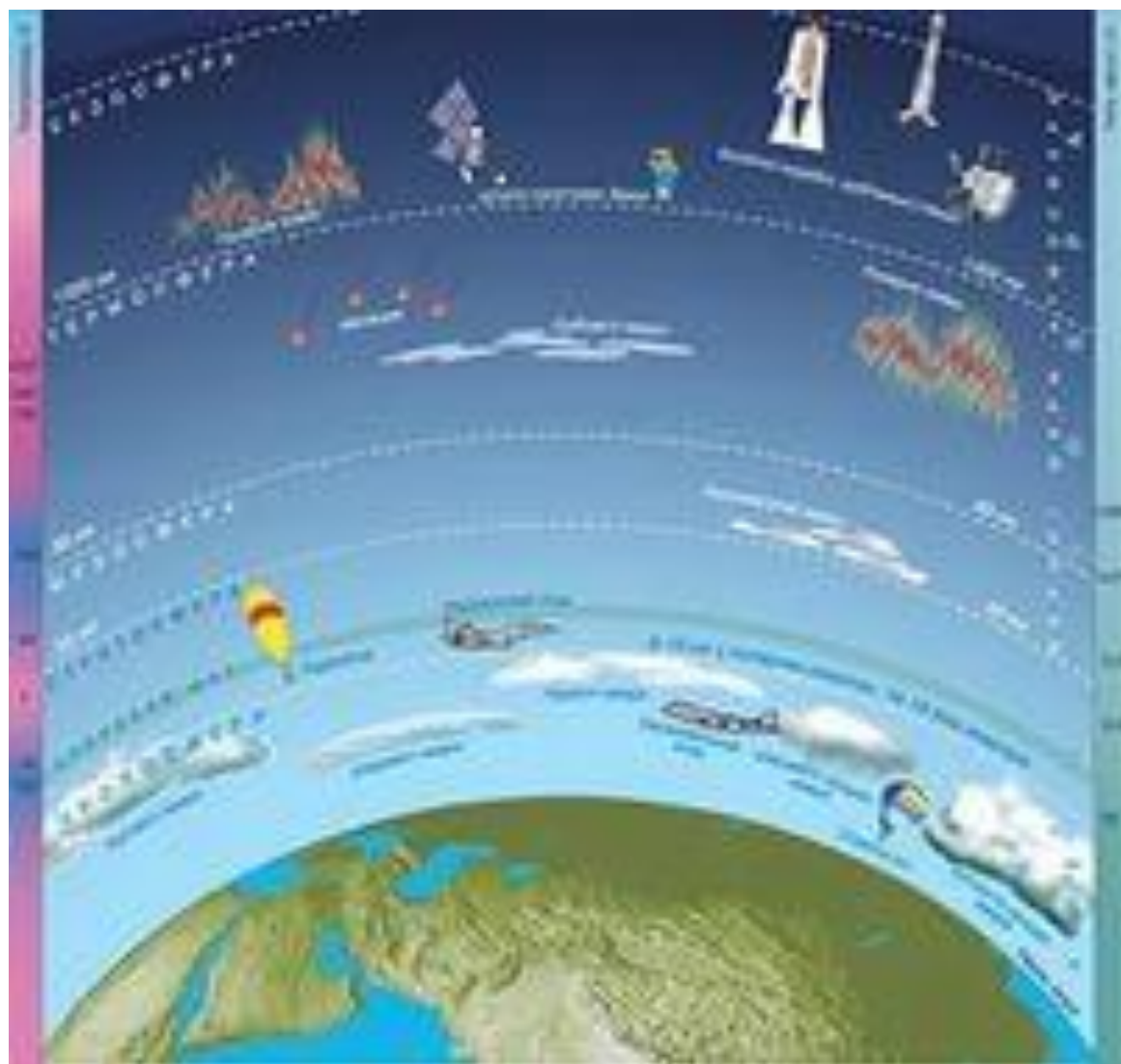
Марианский жёлоб — океаническая впадина на западе Тихого океана, являющаяся глубочайшим из известных на Земле географических объектов. Географические координаты объекта — 142.2° в. д. 11.35° с. ш. Названа по находящимся рядом Марианским островам.





5. Атмосфера –

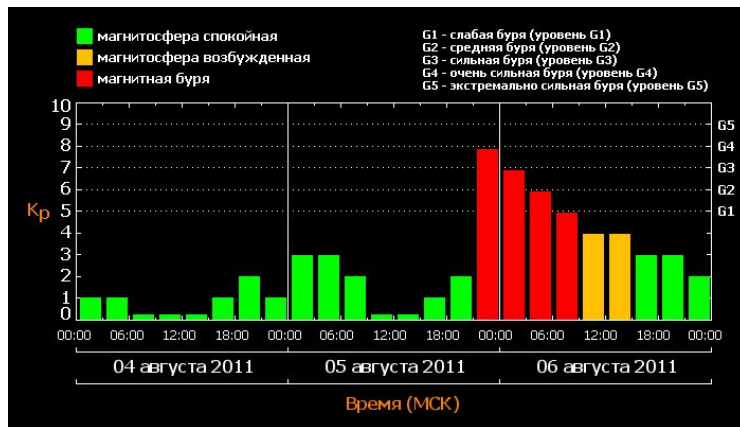
- газовая оболочка; состав у поверхности:
- **78% N₂, 21% O₂, <1% Ar, 0,03% CO₂**;
- на высоте 20-25 км – **слой O₃** (предохраняет живые организмы от УФ-излучения).
- **Слои атмосферы** (половина воздуха сосредоточена на высотах ниже 6 км!):
- **Тропосфера** (до 18 км);
 - **Стратосфера** (до 55 км);
 - **Мезосфера** (до 88 км);
 - **Ионосфера** (до 800 км);
 - **Экзосфера** (до 2000-3000 км).



6. Магнитосфера

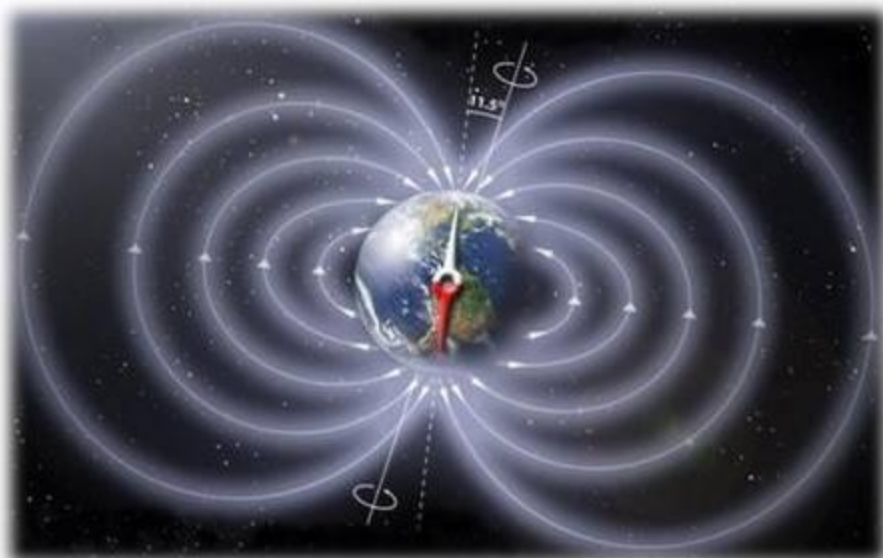


- – магнитное поле Земли.
- С дневной стороны магнитосфера находится примерно на расстоянии, равном $10 R_{\text{Земли}}$, а с ночной она расположена гораздо дальше (десятки и сотни тысяч км) и имеет вытянутую форму.
-
- Магнитосфера **защищает живые организмы от ионов солнечного ветра** (поток заряженных частиц, испускаемых Солнцем), и только в полярных областях заряженные частицы проникают вглубь атмосферы, вызывая **полярные сияния**.

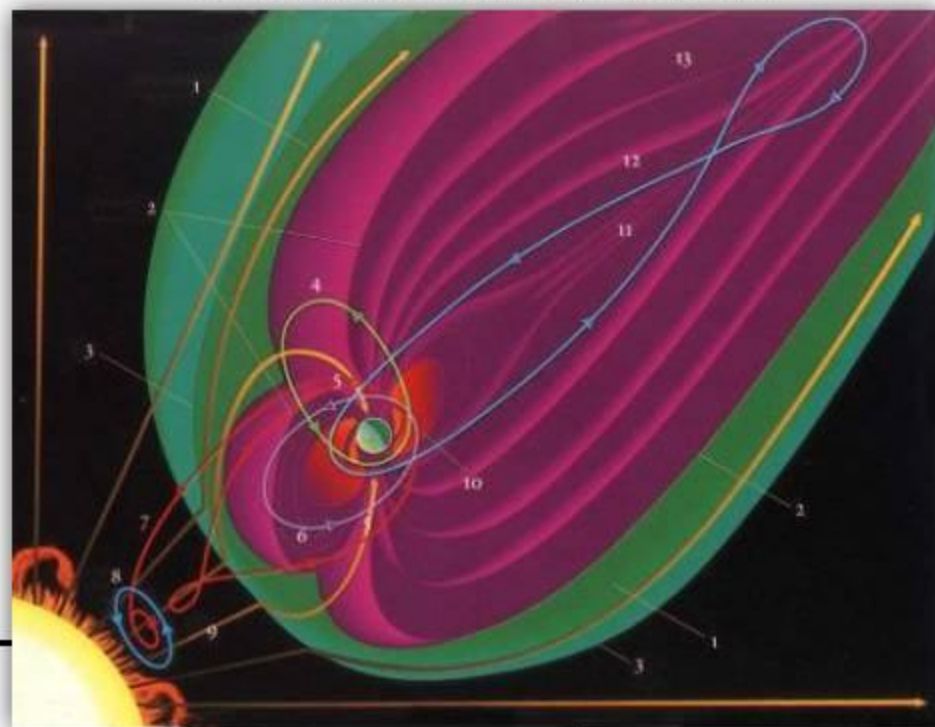


Магнитосфера Земли

Гильберт и Гаусс, XVII век



Современные представления



- 1 – плазменный слой,
- 2 – магнитопауза,
- 3 – фронт ударной волны,
- 4, 6, 7, 8, 12 – орбиты космических аппаратов,
- 5 – кэсп,
- 9 – солнечный ветер,
- 10 – радиационные пояса,
- 11 – нейтральный слой,
- 13 – хвост магнитосферы.

Magnetosphere

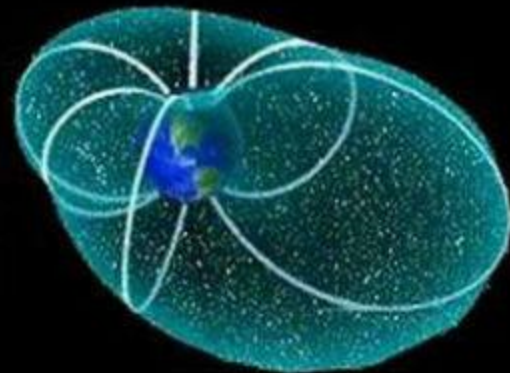
In Subtle Bodies
Literature



In the Lab



In Space



Earth's
Magnetosphere