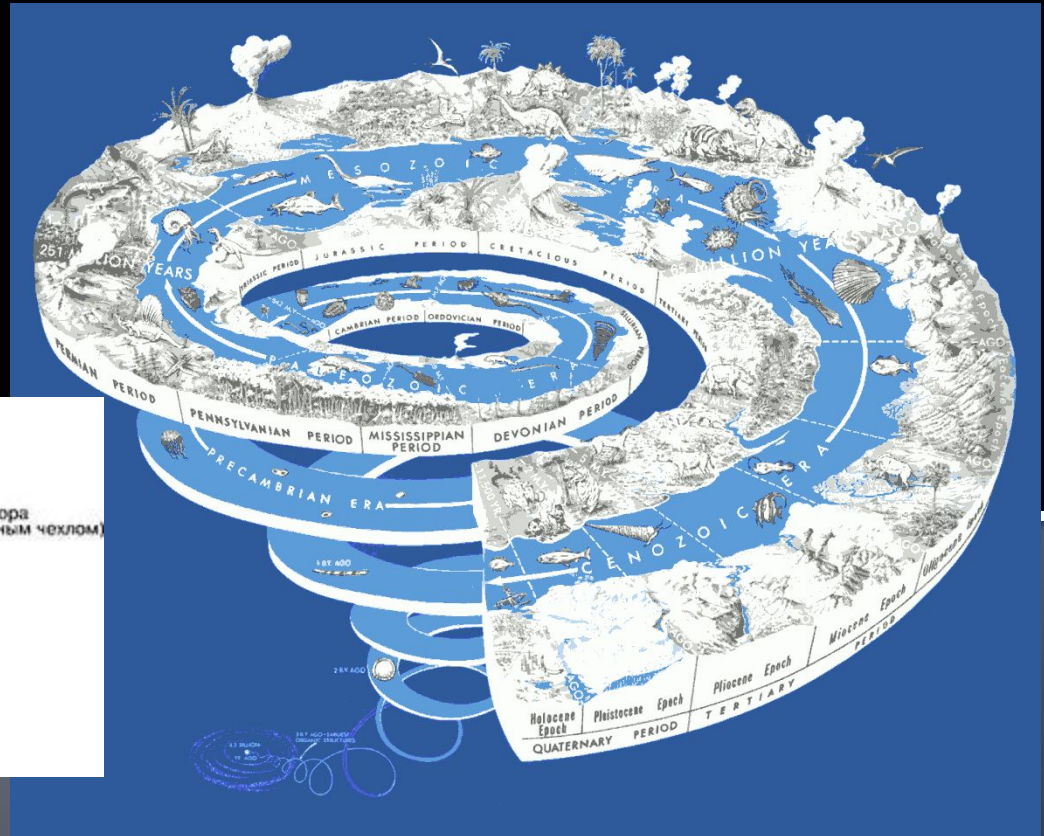
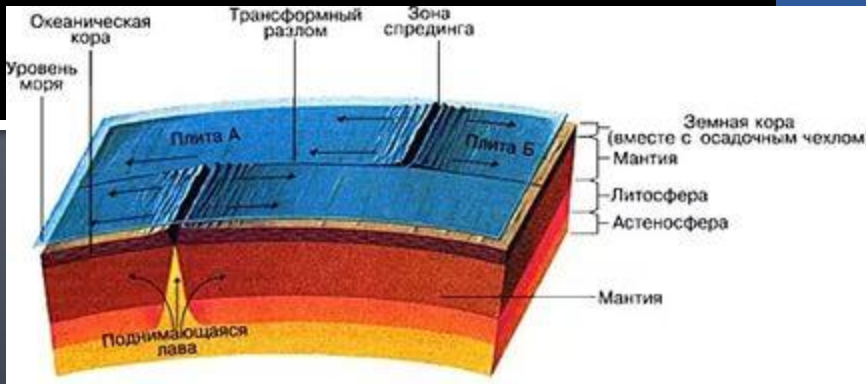


Строение Земли



Методы изучения Земли

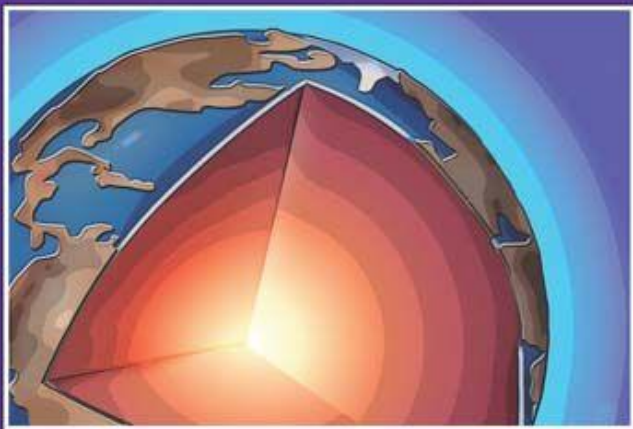
- **До глубины 12-15 км** – непосредственное изучение (Кольская скважина).
- **До глубины ≈ 200 км** – вещество недр Земли выносится на ее поверхность и становится доступным для изучения.
- На глубине ≈ 200 км создается настолько высокое давление, что обычный каменный уголь превращается в алмазы (у этих 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. ХАИН, И.В. КОРОНОВСКИЙ

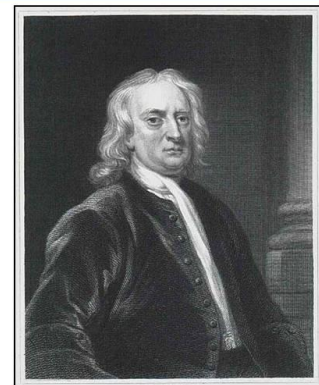


ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ ОТ ЯДРА ДО ИОНОСФЕРЫ



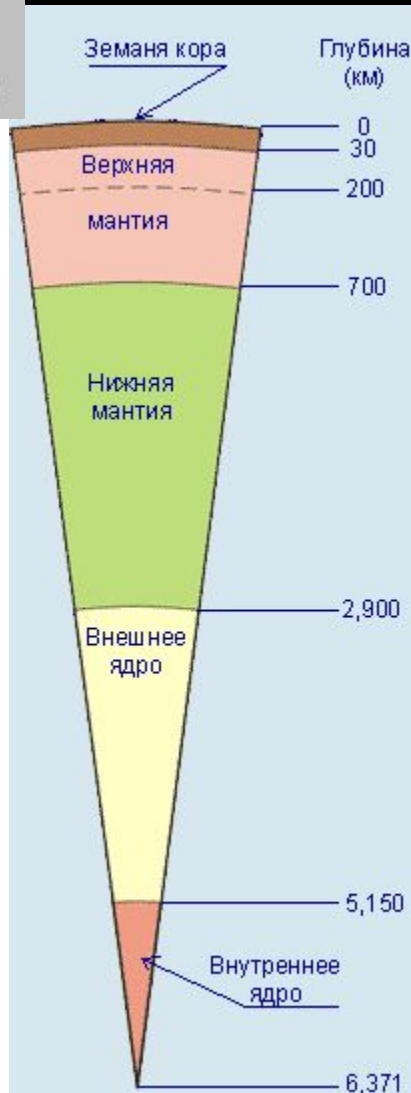
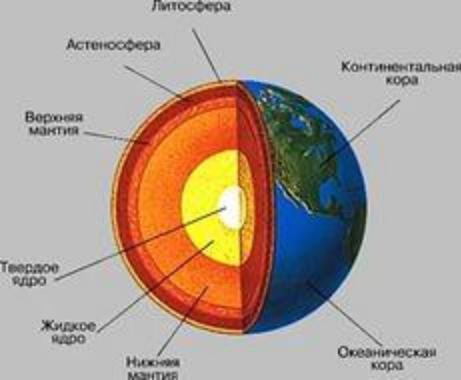
- Форма – геоид: $R_{\text{экв.}} > R_{\text{полярн.}}$ (6378≠6357);
- Длина экватора $\approx 40\,000$ км;
- $S_{\text{поверхности}} \approx 510$ млн. км² (суша – 29%, моря и океаны – 71%);
- Масса = $6 \cdot 10^{21}$ т.

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) –

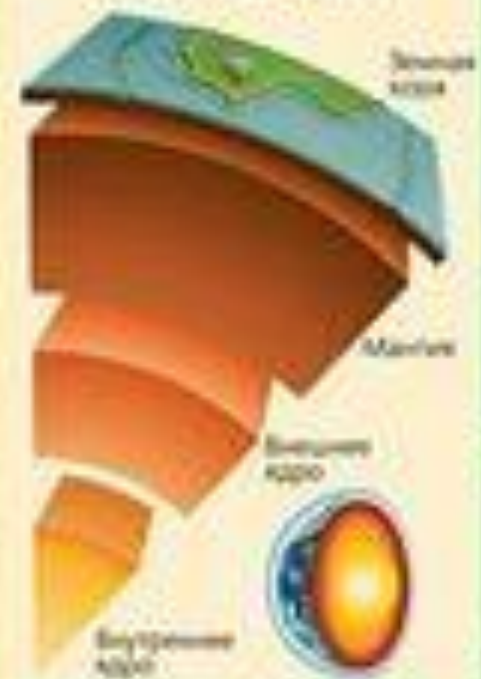
- внешняя оболочка Земли, толщина: под океанами 5-10 км, под материками до 70 км (океаническая кора двухслойна, континентальная – трехслойна).
- Если бы Землю можно было сжать до размеров яблока, то самые толстые части земной коры были бы толщиной с кожицу.
-
- состоит из холодных и жестких плит, которые 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



СТРОЕНИЕ МАРИНСКОЙ КОРЫ



СТРОЕНИЕ МАТЕРИКОВОЙ КОРЫ



МАТИЯ — обширный слой, расположенный между корой, мантийными, литосферными оболочками и ядром. Составляет 80% от массы Земли. Включает в себя:

- Внешнюю мантию
- Внутреннюю мантию

КРА — часть литосферы, расположенная в верхней части мантии. Составляет 1% от массы Земли. Включает в себя:

- Осадочные породы
- Гранитоиды
- Метаморфические породы
- Базальтоиды

КОРА — часть литосферы, расположенная в верхней части мантии. Составляет 1% от массы Земли. Включает в себя:

- Осадочные породы
- Гранитоиды
- Метаморфические породы
- Базальтоиды

ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ — породы, образовавшиеся в результате оседания и уплотнения осадочных пород. Включают в себя:

- Пески
- Глины
- Илистые глины
- Сланцы
- Сланцы
- Сланцы

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

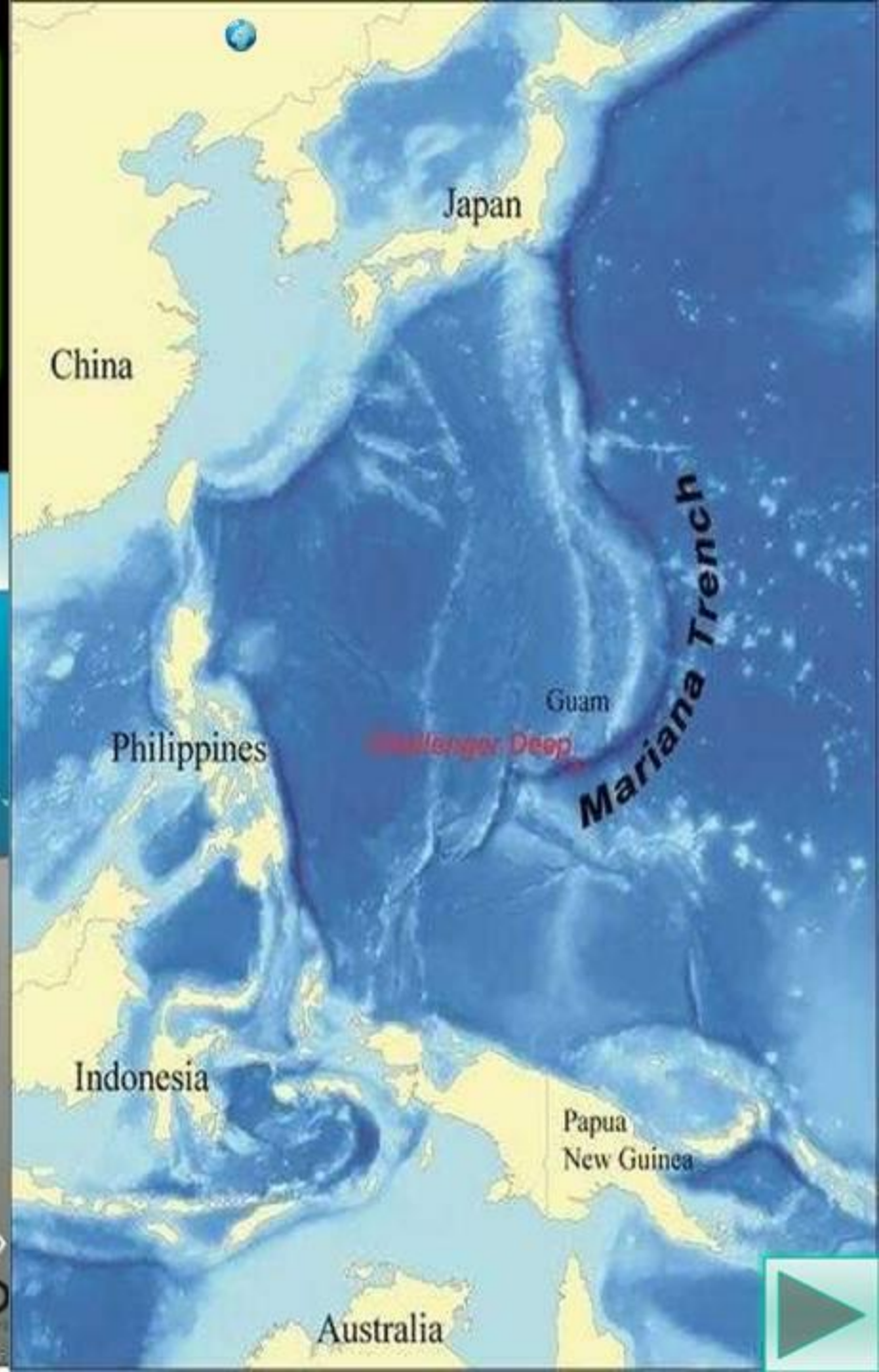
4. Гидросфера –



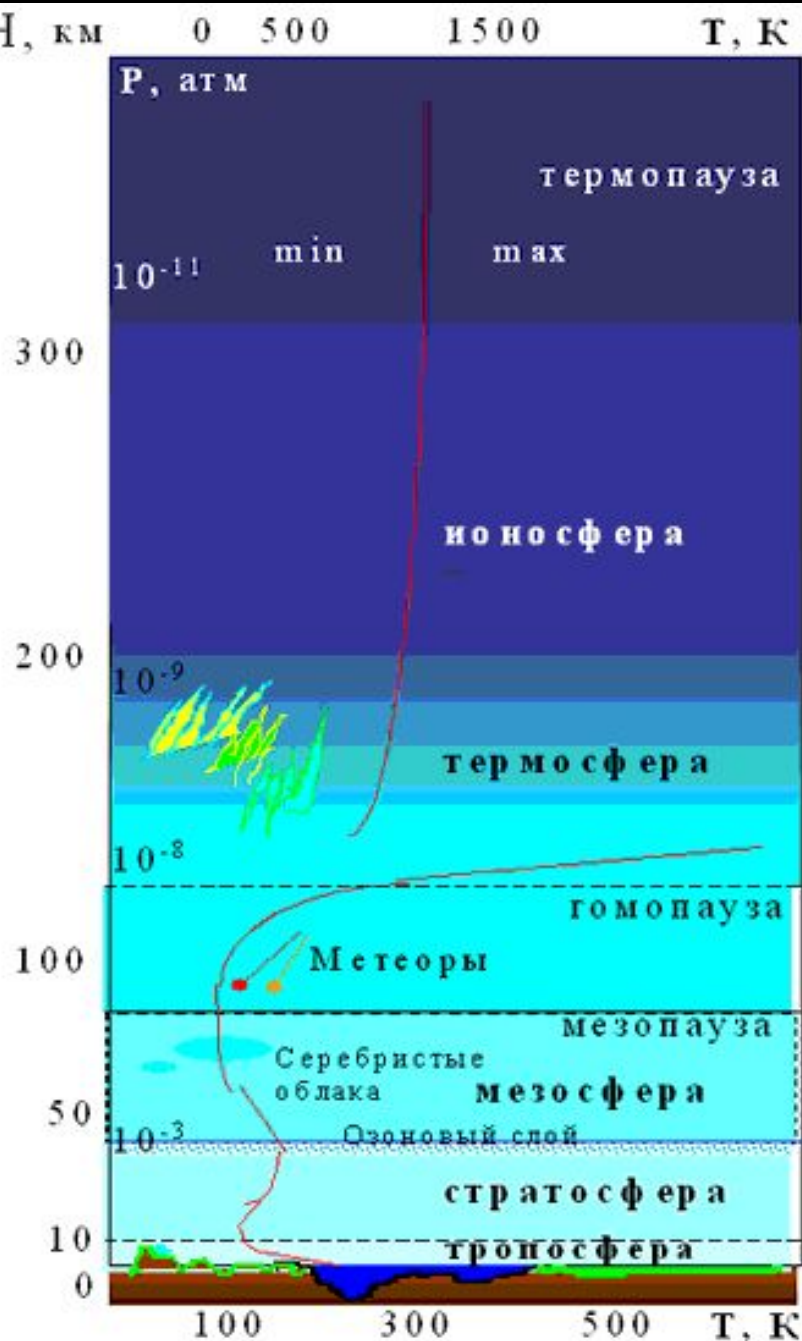
Mariana Trench

- 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 –



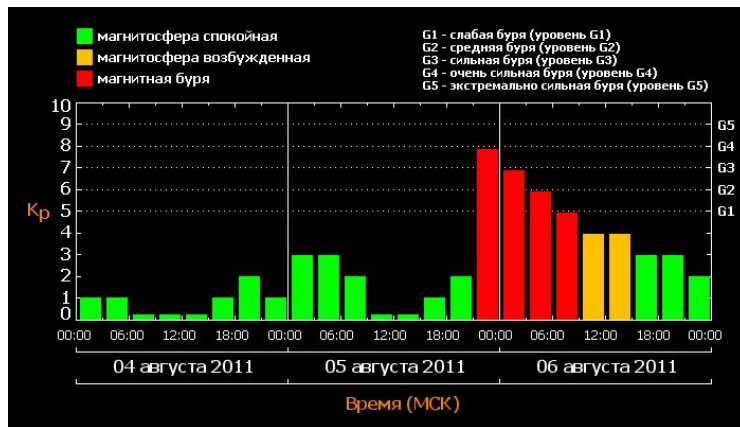
- газовая оболочка; состав у поверхности:
- **78% N₂, 21% O₂, <1% Ar, 0,03% CO₂**;
- на высоте **20-25 км – слой O₃** (предохраняет живые организмы от УФ-излучения).
- **Слои атмосферы** (половина воздуха сосредоточена на высотах ниже 6 км!):
- **Тропосфера** (до 18 км);
 - **Стратосфера** (до 55 км);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



6. Магнитосфера

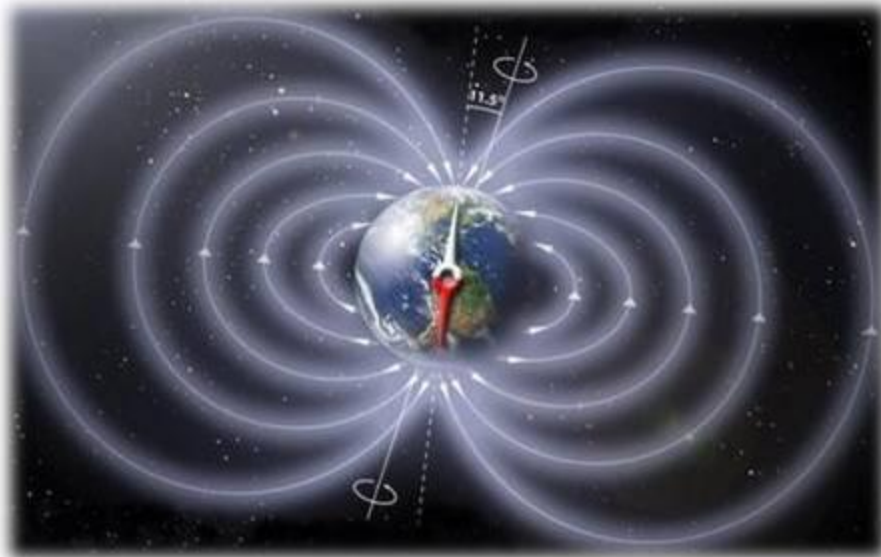


- – магнитное поле Земли.
- С дневной стороны магнитосфера находится примерно на расстоянии, равном $10 R_{\text{Земли}}$, а с ночной она расположена гораздо дальше (десятки и сотни тысяч км) и имеет вытянутую форму.
-
- Магнитосфера **защищает живые организмы от ионов солнечного ветра** (поток заряженных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

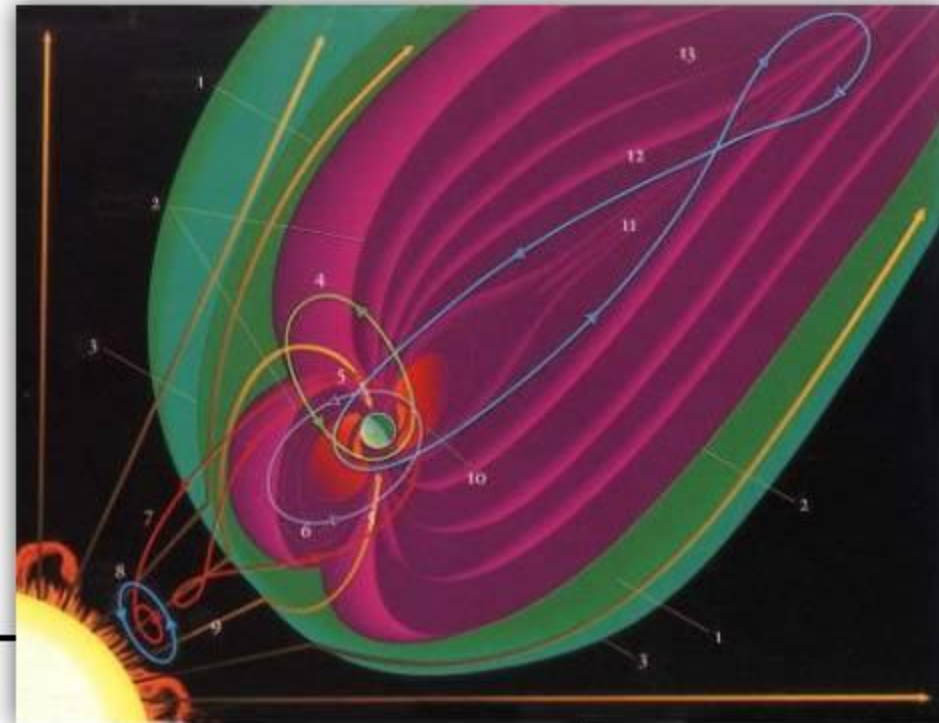


Магнитосфера Земли

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 – касп,
- 9 – солнечный ветер,
- 10 – радиационные пояса,
- 11 – нейтральный слой,
- 13 – хвост магнитосферы.

Magnetosphere

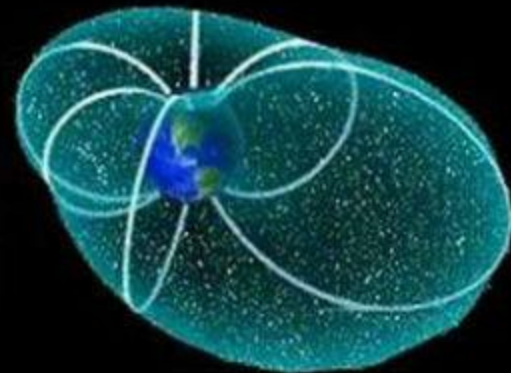
In Subtle Bodies
Literature



In the Lab



In Space



Earth's
Magnetosphere