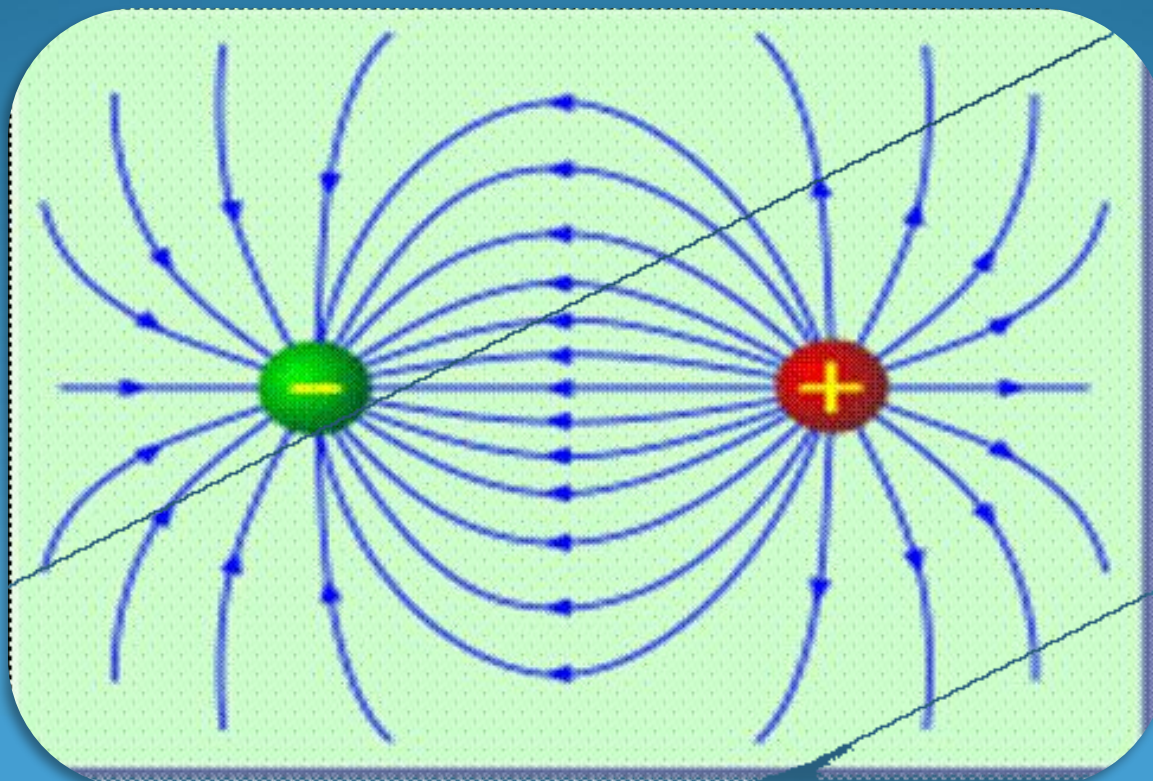


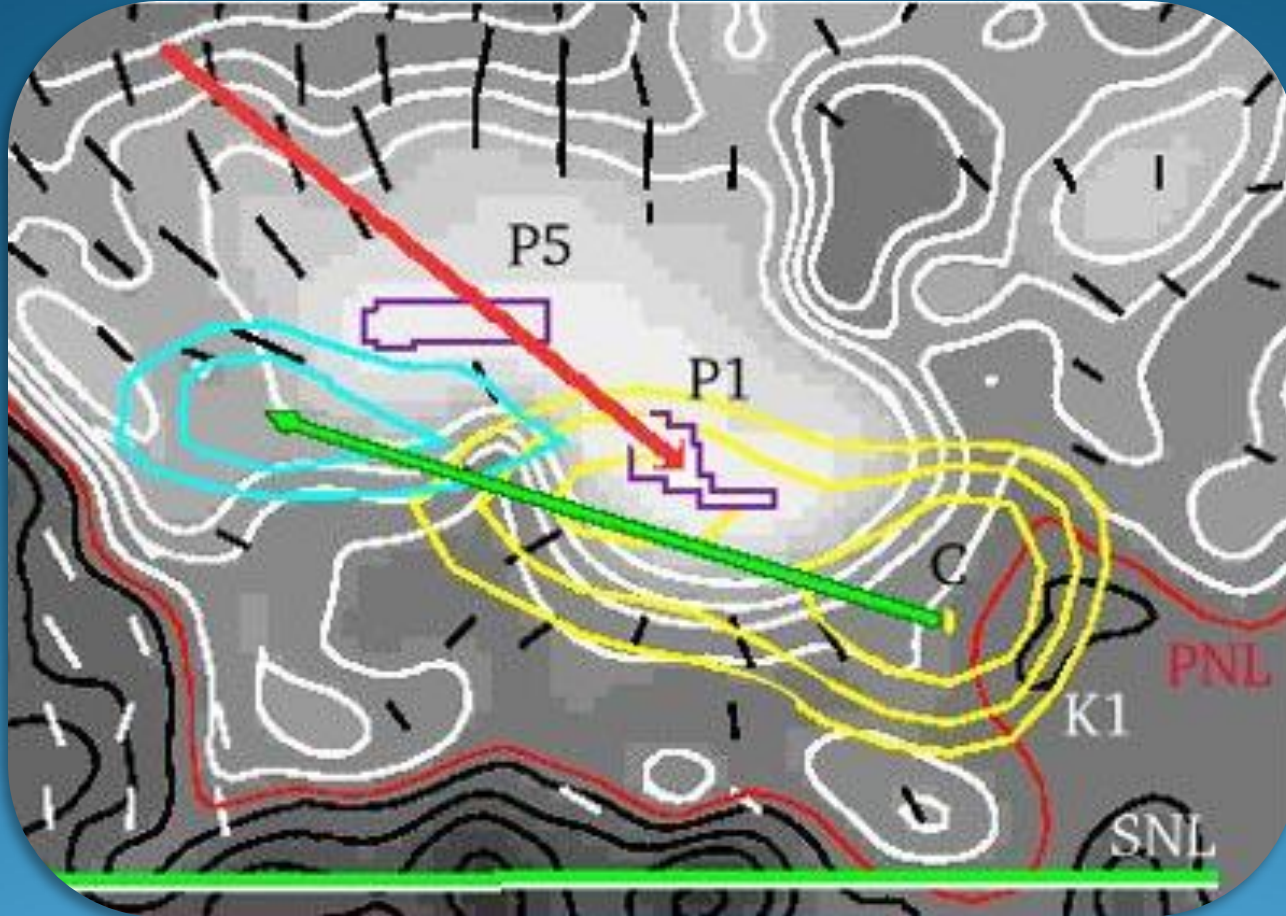


Магнитное поле

Магнитное поле

В XIX веке была обнаружена связь между электричеством и магнетизмом и возникло представление о *магнитном поле*. По современным представлениям, проводники с током оказывают силовое действие друг на друга не непосредственно, а через окружающие их магнитные поля.

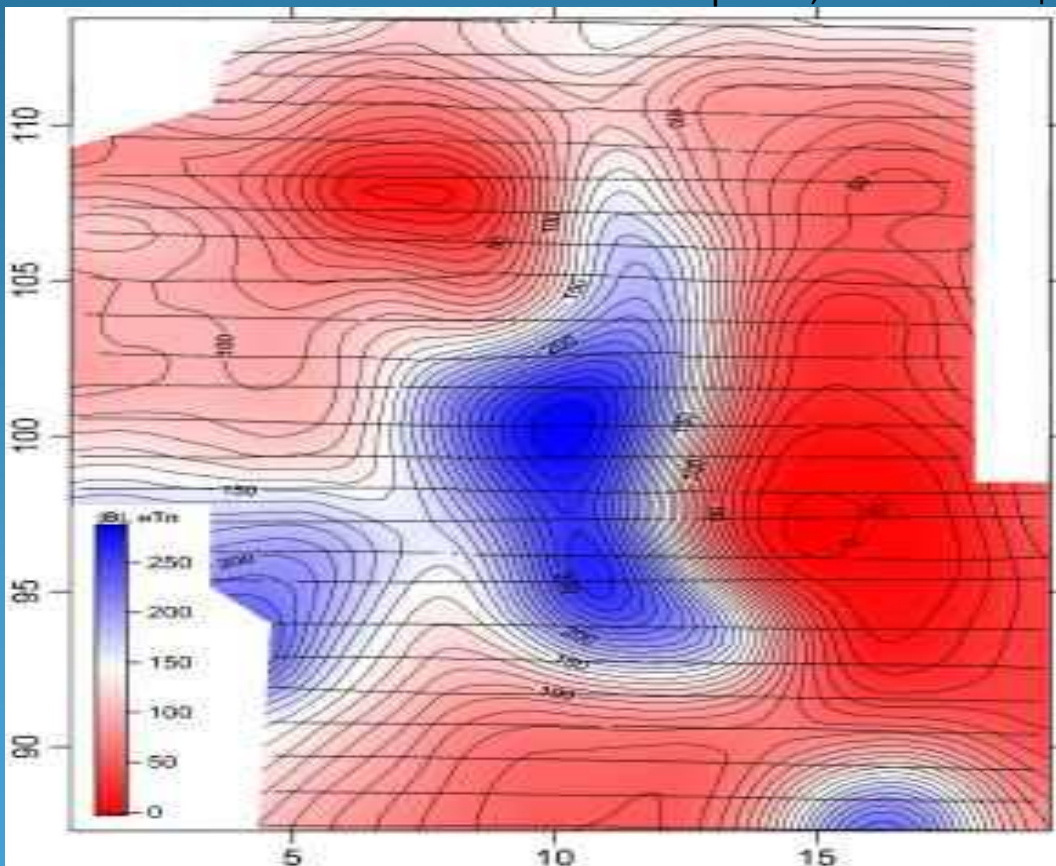




Источниками магнитного поля являются движущиеся электрические заряды (токи). Магнитное поле возникает в пространстве, окружающем проводники с током, подобно тому, как в пространстве, окружающем неподвижные электрические заряды, возникает электрическое поле. Магнитное поле постоянных магнитов также создается электрическими микротоками, циркулирующими внутри молекул вещества (гипотеза Ампера).

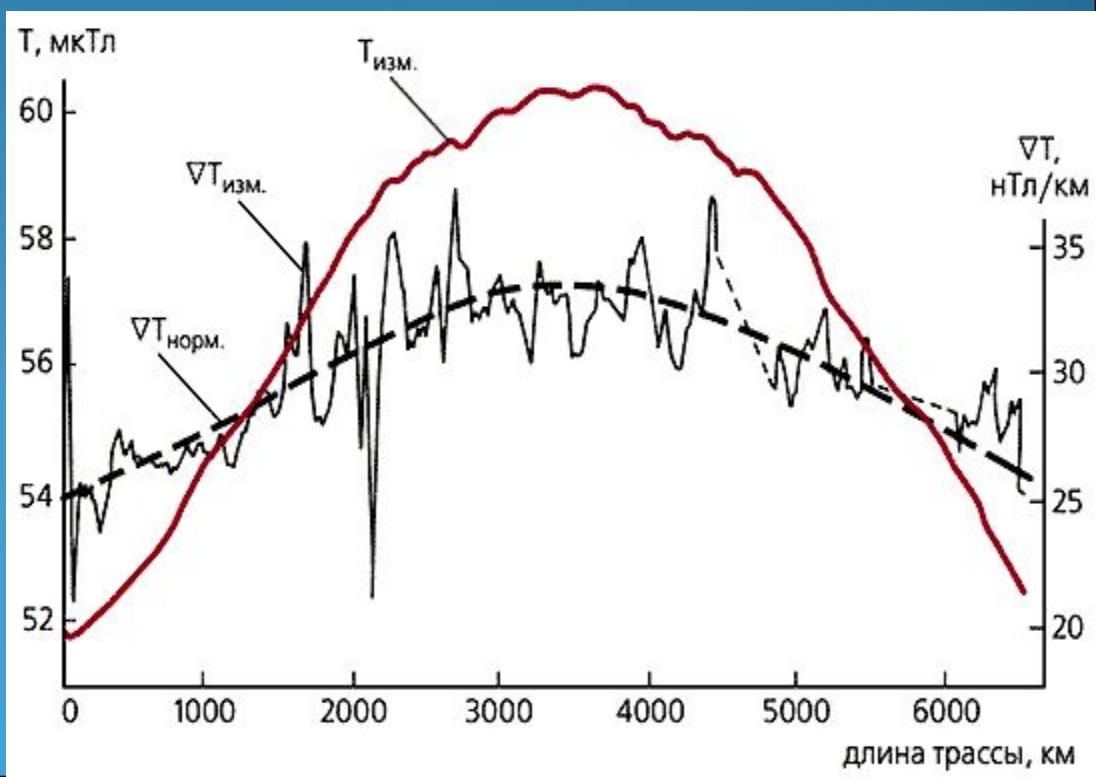
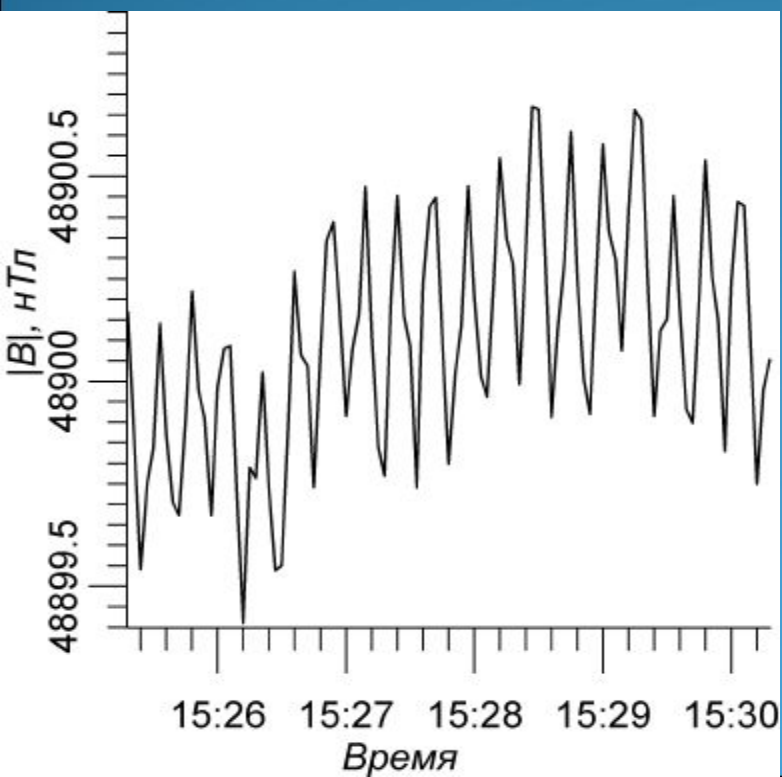
Для описания магнитного поля необходимо ввести силовую характеристику поля, аналогичную вектору напряженности электрического поля. Такой характеристикой является *вектор магнитной индукции*. Вектор магнитной индукции определяет силы, действующие на токи или движущиеся заряды в магнитном поле.

За положительное направление вектора принимается направление от южного полюса S к северному полюсу N магнитной стрелки, свободно устанавливающейся в магнитном поле. Таким образом, исследуя магнитное поле, создаваемое током или постоянным магнитом, с помощью маленькой магнитной стрелки, можно в каждой точке пространства

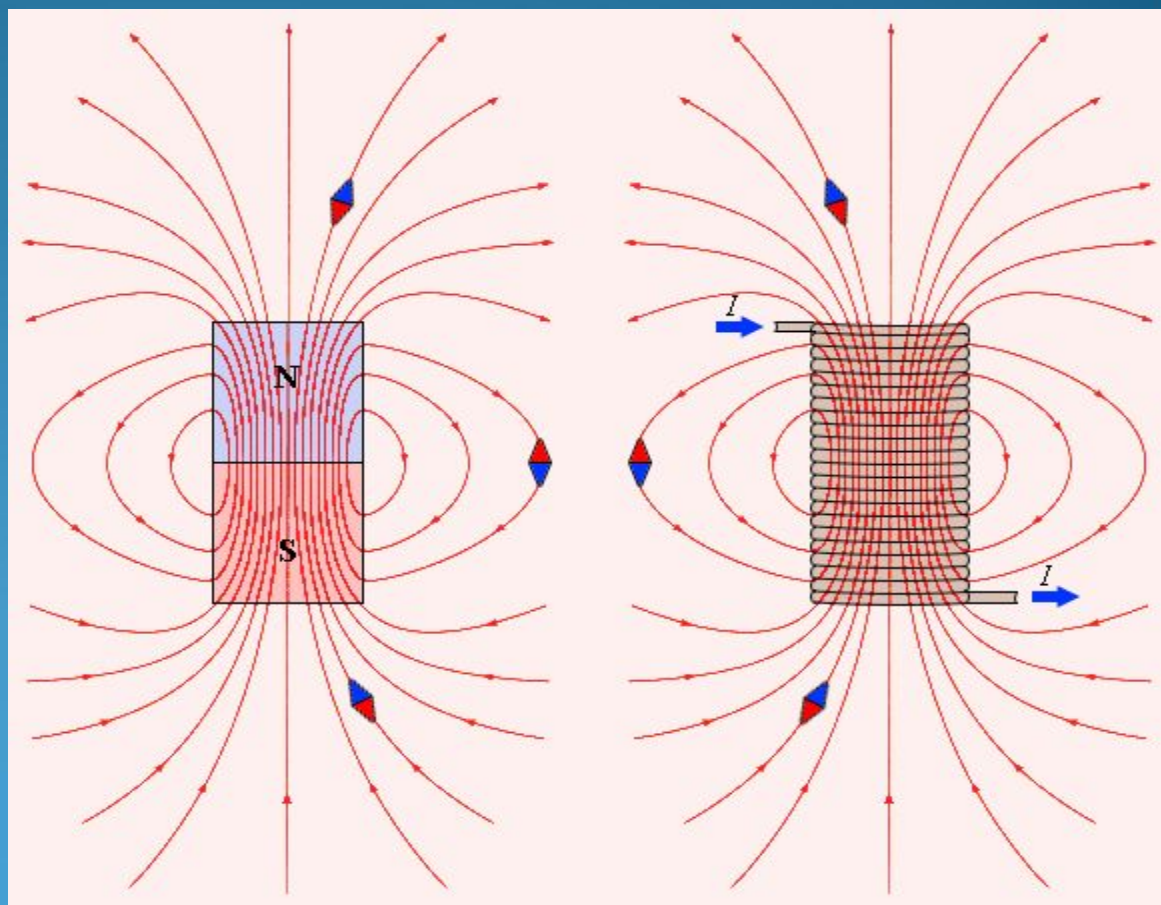
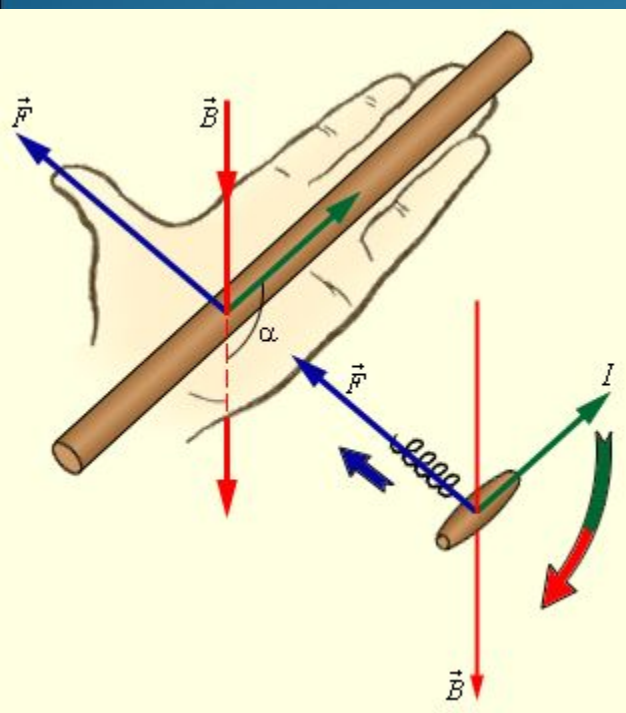


Для того, чтобы количественно описать магнитное поле, нужно указать способ определения не только направления вектора но и его модуля. Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимального значения силы Ампера, действующей на прямой проводник с током, к силе тока I в проводнике и его длине Δl :

$$B = \frac{F_{\text{max}}}{I \Delta l}$$



Сила Ампера направлена перпендикулярно вектору магнитной индукции и направлению тока, текущего по проводнику. Для определения направления силы Ампера обычно используют *правило левой руки*: если расположить левую руку так, чтобы линии индукции входили в ладонь, а вытянутые пальцы были направлены вдоль тока, то отведенный большой палец укажет направление силы, действующей на проводник.



Правило левой руки и правило буравчика.

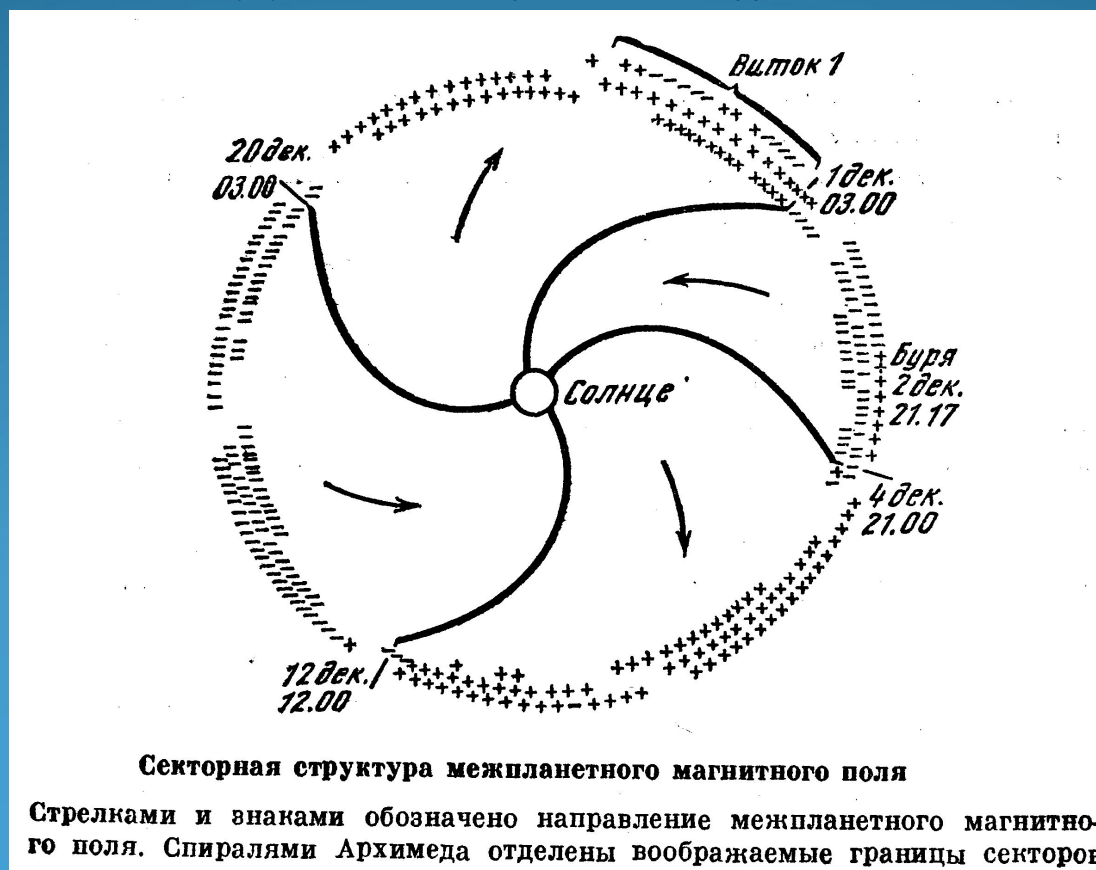
Межпланетное магнитное поле



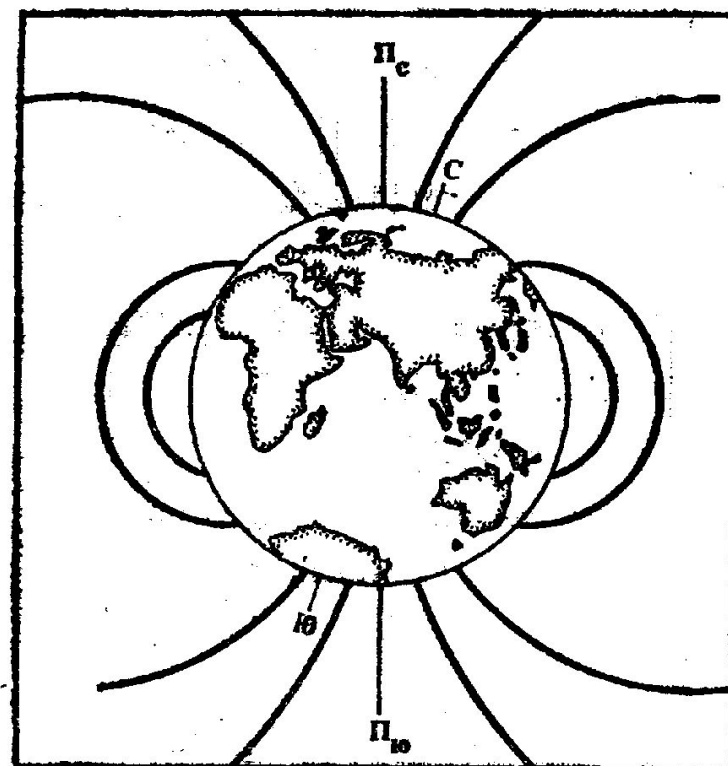
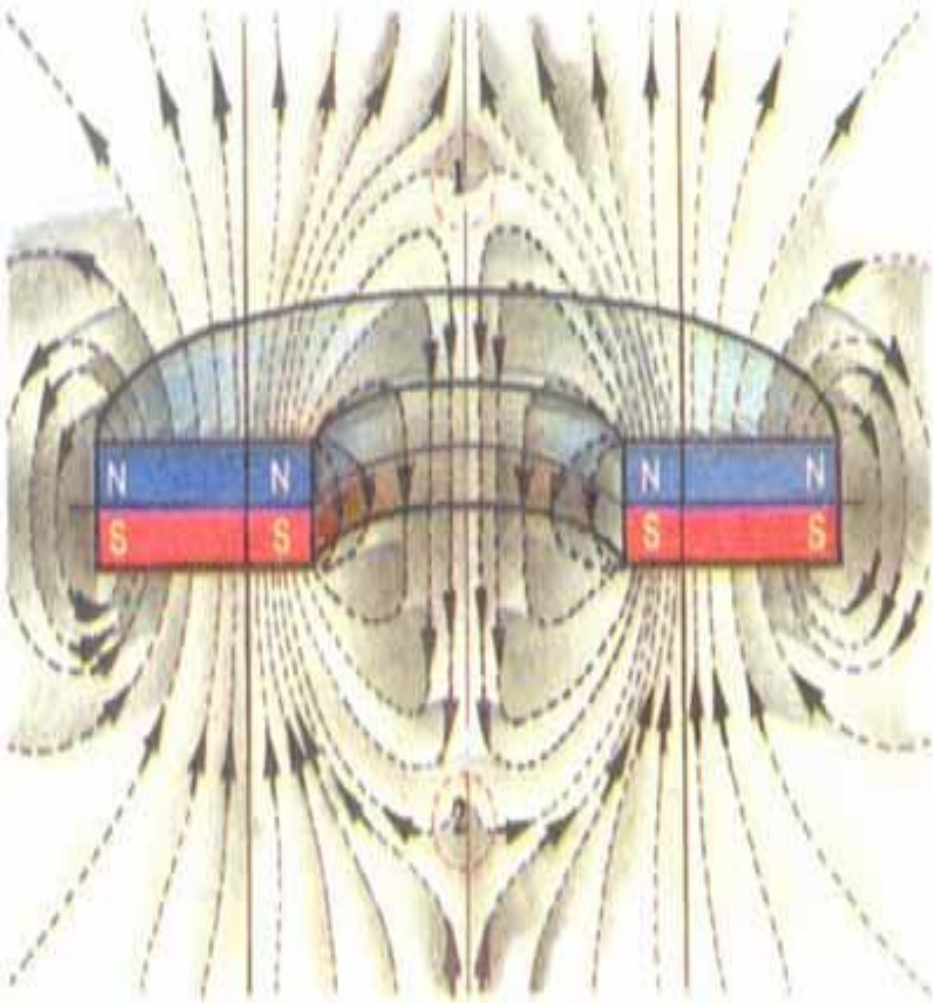
Если бы межпланетное пространство было вакуумом, то единственными магнитными полями в нем могли быть лишь поля Солнца и планет, а также поле галактического происхождения, которое простирается вдоль спиральных ветвей нашей Галактики. При этом поля Солнца и планет в межпланетном пространстве были бы крайне слабы.

На самом деле межпланетное пространство не является вакуумом, а заполнено ионизованным газом, испускаемым Солнцем (солнечным ветром). Концентрация этого газа $1-10 \text{ см}^{-3}$, типичные величины скоростей между 300 и 800 км/с, температура близка к 10^5 К (напомним, что температура короны $2 \cdot 10^6 \text{ К}$).

Солнечный ветер – истечение плазмы солнечной короны в межпланетное пространство. На уровне орбиты Земли средняя скорость частиц Солнечного ветра (протонов и электронов) около 400 км/с, число частиц – несколько десятков в 1 см^3 .

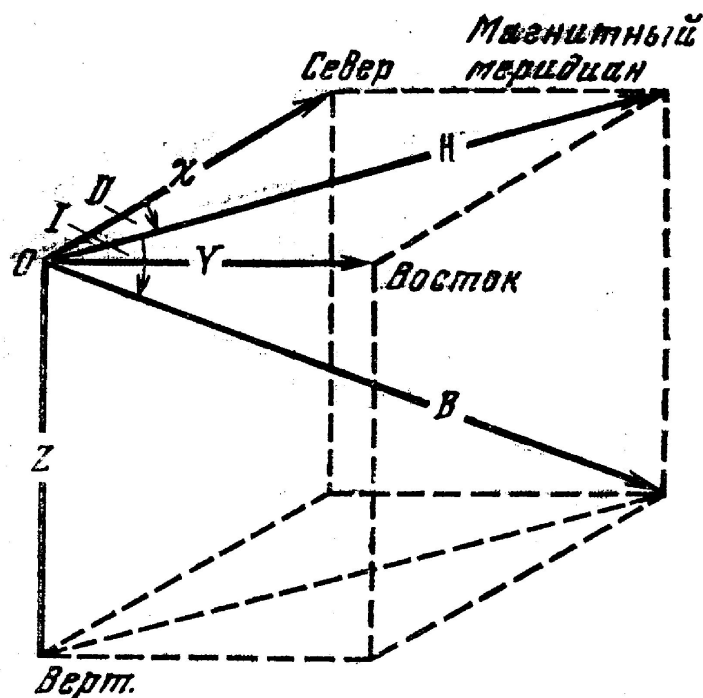


Английский ученый Уильям Гильберт, придворный врач королевы Елизаветы, в 1600 г. впервые показал, что Земля является магнитом, ось которого не совпадает с осью вращения Земли. Следовательно, вокруг Земли, как и около любого магнита, существует магнитное поле. В 1635 г. Геллибранд обнаружил, что поле земного магнита медленно меняется, а Эдмунд Галлей провел первую в мире магнитную съемку океанов и создал первые мировые магнитные карты (1702 г.). В 1835 г. Гаусс провел сферический гармонический анализ магнитного поля Земли. Он создал первую в мире магнитную обсерваторию в Гёттингене.

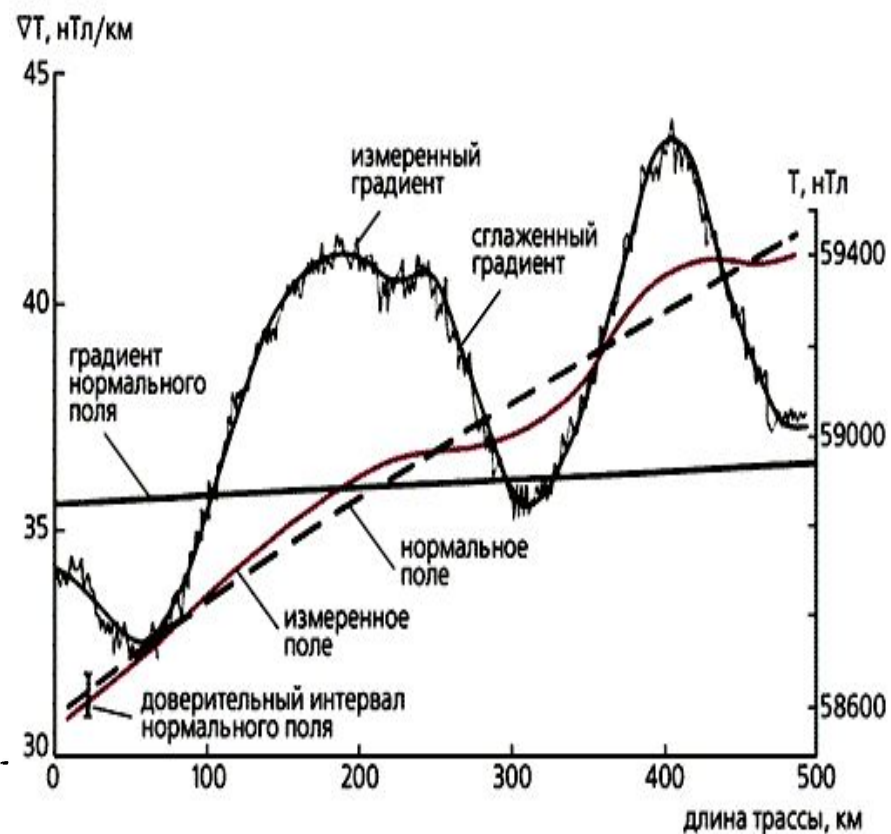


Силовые линии геомагнитного дипольного поля
Магнитные полюсы наклоения Π_c и $\Pi_{ю}$. Географические полюсы C и $Ю$.
Магнитные меридианы идут от одного полюса к другому

Несколько слов о магнитных картах. Обычно через каждые 5 лет распределение магнитного поля на поверхности Земли представляется магнитными картами трех или более магнитных элементов. На каждой из таких карт проводятся изолинии, вдоль которых данный элемент имеет постоянную величину. Линии равного склонения D называются изогонами, наклонения I – изоклинами, величины полной силы B – изодинамическими линиями или изодинами. Изомагнитные линии элементов H , Z , X и Y называются соответственно изолиниями горизонтальной, вертикальной, северной или восточной компонент.



Напряженность геомагнитного поля \vec{B} , ее ортогональные компоненты X , Y и Z и элементы H , D и I



этого круга в точках H'_n и H'_m , которые указывают положение Солнца соответственно в моменты геомагнитного полудня и геомагнитной полуночи точки P. Эти моменты зависят от широты точки P. Положения Солнца в местные истинные полдень и полночь указаны точками H_n и H_m соответственно. Когда δ положительно (лето в северном полушарии), то утренняя половина геомагнитных суток не равна вечерней. В высоких широтах геомагнитное время может очень сильно отличаться от истинного или среднего времени в течение большей части суток.

Говоря о времени и системах координат, скажем еще об учете эксцентricности магнитного диполя. Эксцентricный диполь медленно дрейфует наружу (к северу и к западу) с 1836 г. Экваториальную плоскость он пересек примерно в 1862 г. Его траектория по радиальной проекции расположена в районе о-ва Гилберта в Тихом океане

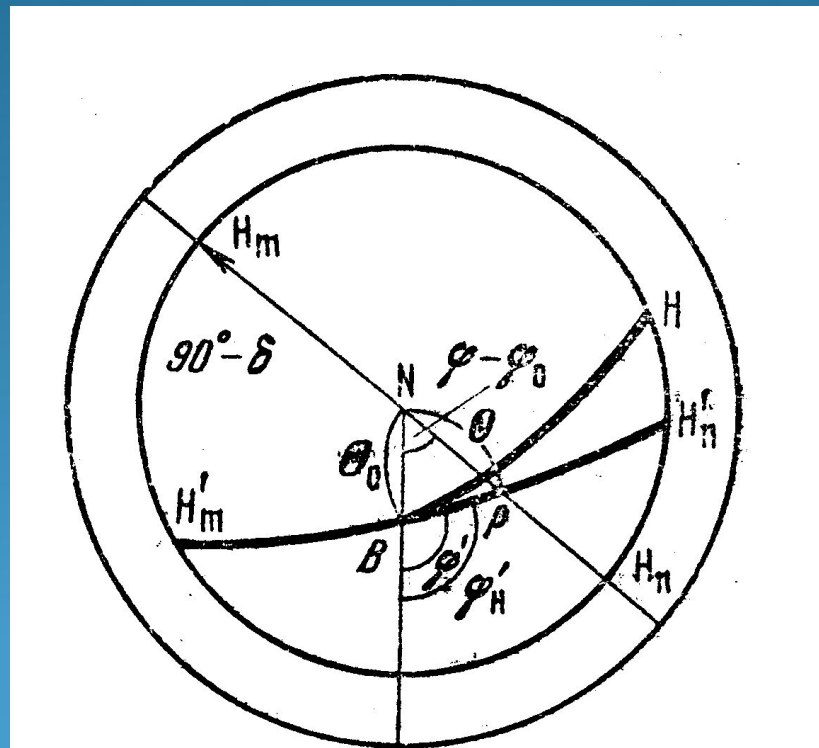
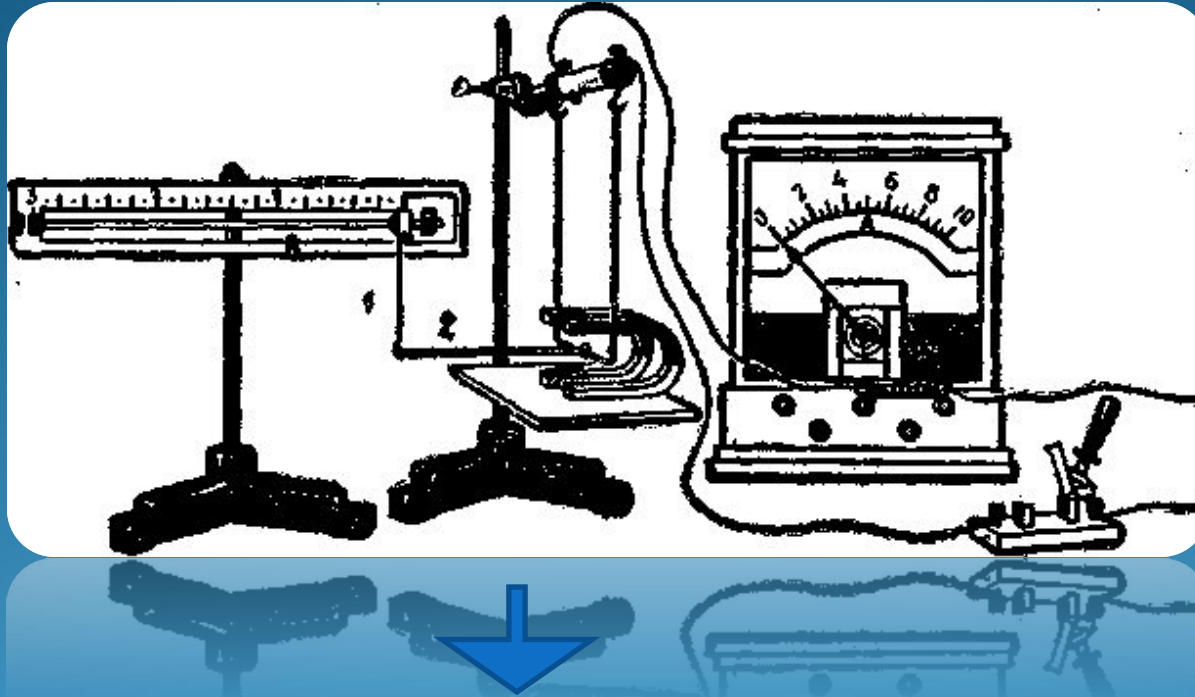


Схема определения "геомагнитного времени" в системе геомагнитных координат.

ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТОК



измерения силы, действующей на проводник с током, служат универсальные чувствительные весы. При подготовке их к измерению в отверстие втулки весов вставляют стержень 1 (рис. 1) с малым диском из аэродинамического набора и изготавливают рейтер массой в 500 мг в виде согнутой металлической полоски. Толкателем 2, соединяющим весы со скобой, служит мягкая тонкая проволока, один конец которой огибают вокруг стержня над самым диском, а другой конец, согнутый в виде крючка, свободно накладывают на середину скобы между магнитами.

При определении цены деления весов надо применить правило моментов. Если длина стержня 10 см, а рейтер весом 0,005 Н находится, например, на расстоянии 20 см от оси, то

В пределах каждого сектора скорость солнечного ветра и плотность частиц систематически изменяются. Наблюдения с помощью ракет показывают, что оба параметра резко увеличиваются на границе сектора. В конце второго дня после прохождения границы сектора плотность очень быстро, а затем, через два или три дня, медленно начинает расти. Скорость солнечного ветра уменьшается медленно на второй или третий день после достижения пика.

Секторная структура и отмеченные вариации скорости и плотности тесно связаны с магнитосферными возмущениями. Секторная структура довольно устойчива, поэтому вся структура потока вращается с Солнцем по крайней мере в течение нескольких солнечных оборотов, проходя над Землей приблизительно через каждые 27 дней.

