

Магнитное поле Земли.

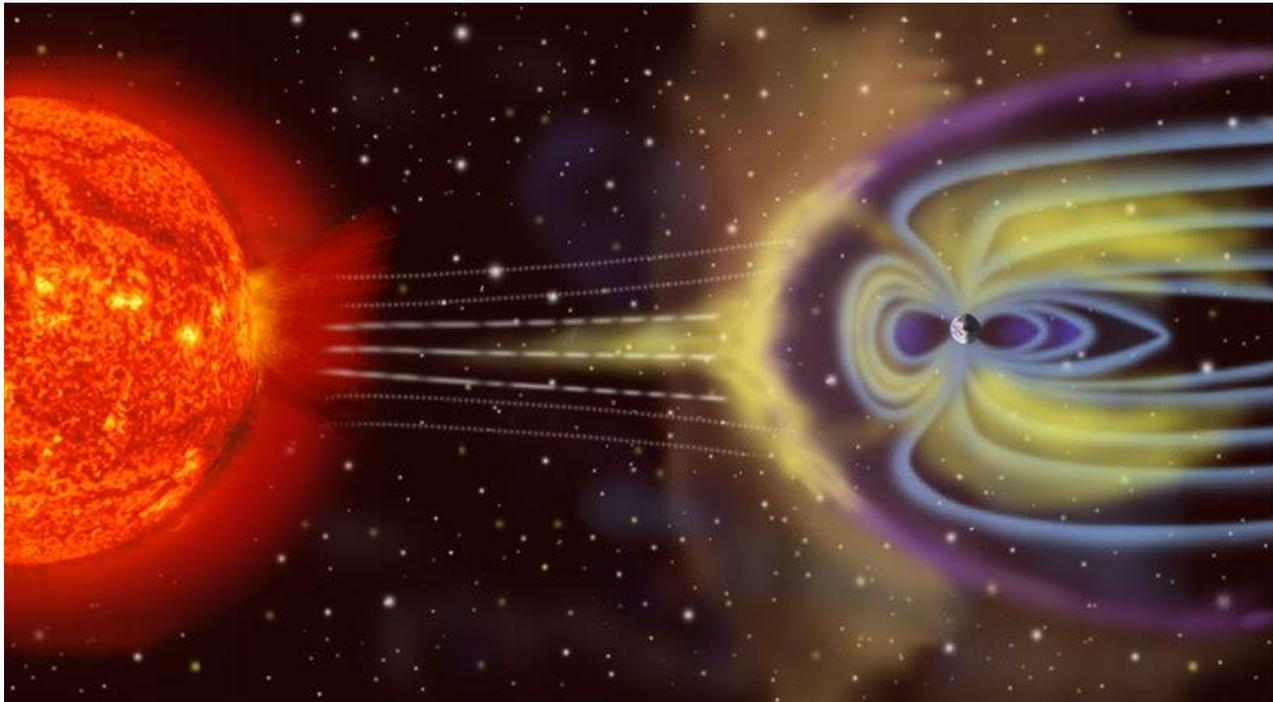
Выполнили:

учащиеся 10 «А» класса
Курышев Андрей
Чернов Андрей

Научные руководители:

Шевцов В.Н., кандидат физико-математических наук, доцент СГУ;
Батуркина М.К., учитель физики
МОУ «Гимназия №5»

- Большинство планет Солнечной системы в той или иной степени обладают магнитными полями. И Земля не исключение. Само существование жизни на нашей планете невозможно без магнитного поля, защищающего все живое от губительного воздействия космических излучений (солнечного ветра).



- *Солнечный ветер* – истечение плазмы солнечной короны в межпланетное пространство.

Происхождение магнитного поля Земли

- Это может быть удивительно, но сегодня нет единой точки зрения на механизм возникновения магнитного поля планет, хотя почти общепризнанной является гипотеза магнитного гидродинамо, основанная на признании существования токопроводящего жидкого внешнего ядра. Тепловая конвекция способствует образованию кольцевых электрических токов. Не последнюю роль играет и солнечный ветер - поток заряженных частиц, в основном протонов и электронов, идущих от Солнца. Для Земли солнечный ветер представляет собой поток заряженных частиц постоянного направления, а это не что иное, как электрический ток. Следует отметить, что магнитный поток, вызванный током солнечного ветра, пронизывает и вращающийся вместе с Землей поток раскаленной лавы внутри нее. В результате этого взаимодействия в ней наводится электродвижущая сила, под действием которой течет ток, который так же создает магнитное поле. Вследствие этого магнитное поле Земли является результирующим полем от взаимодействия тока ионосферы и тока лавы. Реально существующая картина магнитного поля Земли зависит не только от конфигурации токового слоя, но и от магнитных свойств земной коры, а так же от относительного расположения магнитных аномалий.

Координаты расположения магнитных ПОЛЮСОВ

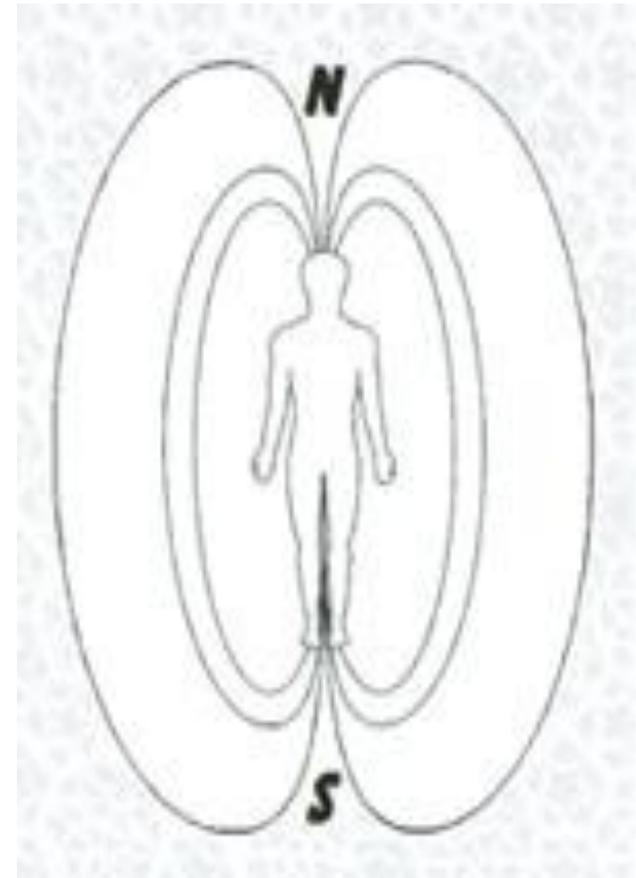
- Центр диполя Земли смещен относительно ее центра в направлении на 18° с.ш. и $147,8^\circ$ в. д. Его ось наклонена к оси вращения Земли на $11,5^\circ$. На такой же угол геомагнитные полюса отстоят от соответствующих географических полюсов. При этом южный геомагнитный полюс находится в северном полушарии. В настоящее время он расположен недалеко от северного географического полюса Земли в Северной Гренландии. Его координаты $j = 78,6 + 0,04^\circ T$ с.ш., $l = 70,1 + 0,07^\circ T$ з.д., где T – число десятилетий от 1970. У северного магнитного полюса $j = 75^\circ$ ю.ш., $l = 120,4^\circ$ в., (в Антарктиде).
- Основное магнитное поле Земли испытывает медленные изменения во времени (вековые вариации) с периодами от 10 до 10 000 лет, сосредоточенными в интервалах 10–20, 60–100, 600–1200 и 8000 лет.



Влияние магнитного поля Земли на человека

- на здоровье человека

- Низкочастотное магнитное поле Земли взаимодействуя с биополем человека благотворно действует на его организм. Если мозг не будет получать необходимый объем сенсорной информации, который необходим организму человека для процессов адаптации и для саморегуляции головного мозга, может наступить снижение работоспособности в виде проявления апатии, безразличия или появления беспричинной эйфории и к потере контроля над своей психикой.
- Пятьдесят лет назад известный японский ученый, доктор Накагава, описал новую болезнь, которой страдает огромное количество людей на земле, и назвал ее "синдромом дефицита магнитного поля человека", ведущую к образованию десятков патологических процессов. Он пришел к серьезнейшему умозаключению, дававшему возможность лечения большого количества заболеваний, восполняя дефицит магнитного поля у человека.



-на человека находящегося на высоте

В 20 веке в большинстве развитых государствах мира начали возводить современные города, где многоэтажные дома-коробки росли вверх со сказочной быстротой. Для государства в городах такие дома удобны, практичны и выгодны. Рядом с заводами и фабриками всегда было удобно строить многоэтажные дома для рабочих и персонала. Но на самом деле видна лишь польза этих домов, вред наносимый ими незаметен и проявляется не сразу. Воздействие магнитного поля на человека уменьшается по мере его отдаления от поверхности Земли. Следовательно наибольшему риску подвержены люди, чья профессия связана с работой на высоте.



-на человека находящегося на высоте полета самолётов

■ Например, работа летчиков проходит в экстремальном и напряженном режиме и многие аварии специалисты объясняют именно человеческим фактором и одной из главных причин этого человеческого фактора, по мнению ученых, является постоянное нахождение летчиков как во время работы в воздушном пространстве в неблагоприятной магнитной зоне Земли, так и проживание летчиков на Земле в многоэтажных домах выше 1-го и 2-го этажей. Поэтому людям долгое время находящимся на большом расстоянии от Земли, необходимо восстанавливаться, отдыхать и спать на Земле, а точнее, на расстоянии 1-3 метров от Земли.



Магнитные бури

- Локальные характеристики магнитного поля изменяются и колеблются иногда в течение многих часов, а потом восстанавливаются до прежнего уровня. Это явление называется *магнитной бурей*. Магнитные бури часто начинаются внезапно и одновременно по всему земному шару.
- Какое же воздействие оказывают магнитные бури на человека? Еще в 30-х гг. двадцатого столетия в Ницце (Франция) случайно было замечено, что частота инфарктов миокарда и инсультов у пожилых людей резко возрастала в дни, когда в работе местной телефонной станции наблюдались сильные нарушения вплоть до полного прекращения связи. Впоследствии было установлено, что нарушения телефонной связи происходят во время магнитных бурь. На этом основании и был сделан вывод, что инфаркты и инсульты, как и сами срывы телефонной сети, связаны с магнитными бурями.
- Магнитные бури нередко сопровождаются головными болями, мигренями, учащенным сердцебиением, бессонницей, плохим самочувствием, пониженным жизненным тонусом, перепадами давления. Большинство людей никак не связаны со спокойной геомагнитной обстановкой, но на магнитные бури реагируют сходно и массово от 50 до 75% населения земного шара. Момент начала стрессовой реакции может сдвигаться относительно начала бури на разные сроки для различных бурь для конкретного человека. Обращает на себя внимание, что многие люди начинают реагировать не на сами магнитные бури, а за 1-2 дня до них, то есть в момент вспышек на самом Солнце.

Опыт №1

Измерение магнитной индукции поля Земли баллистическим методом

Для измерения индукции магнитного поля Земли можно применить следующий способ. Представим себе плоский контур площадью S , расположенный в пространстве таким образом, что вектор B индукции магнитного поля Земли перпендикулярен плоскости контура. Магнитный поток Φ через контур в этом случае равен произведению модуля вектора индукции B магнитного поля Земли на площадь S контура: $\Phi = BS$

При повороте контура в пространстве на 180° магнитный поток Φ через контур, оставаясь тем же по модулю, изменяет свой знак.

Изменение магнитного потока через контур при его повороте равно:

$$\Delta \Phi = \Phi - (-\Phi) = 2BS.$$

Изменение магнитного потока через контур сопровождается возникновением ЭДС индукции, равной по закону электромагнитной индукции

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{2BS}{\Delta t}$$

В катушке из n витков провода ЭДС индукции в n раз больше:

$$\mathcal{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{2nBS}{\Delta t}$$

Если выводы катушки на рамке замкнуть, в цепи будет протекать индукционный ток:

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{2nBS}{R\Delta t}$$

Умножив обе части уравнения на Δt , получим:

$$i\Delta t = \Delta q = \frac{2nBS}{R}$$

Из последнего уравнения следует:

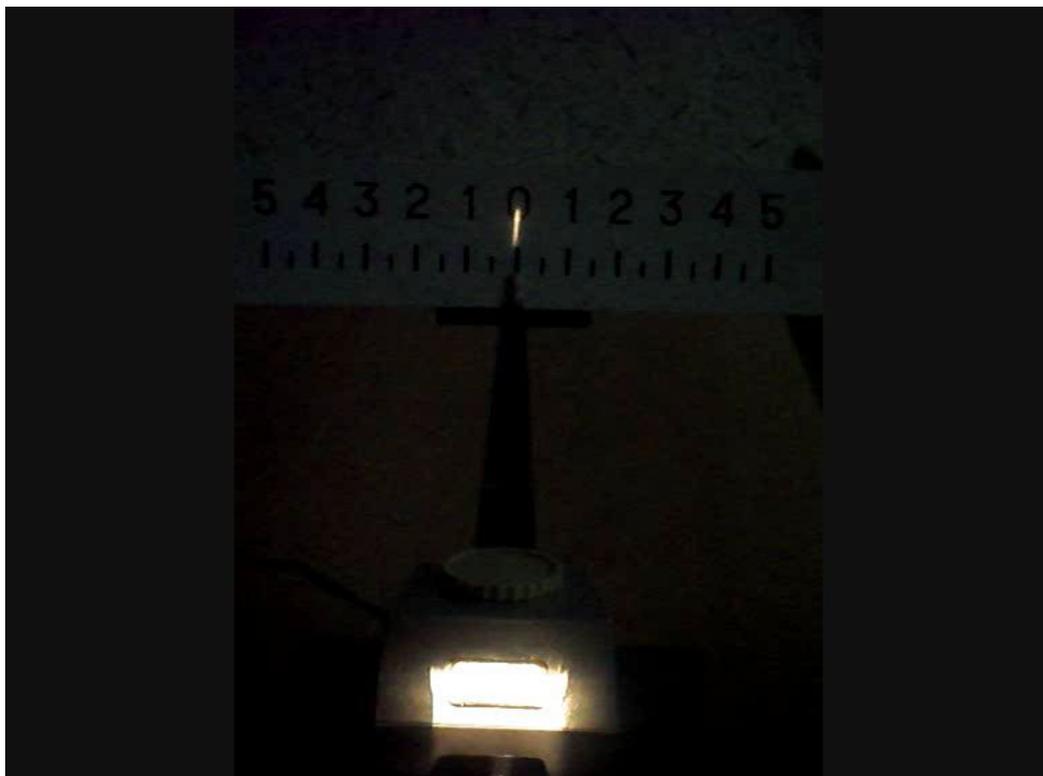
$$B = \frac{\Delta q R}{2nS}$$

где Δq — заряд, протекающий в цепи при повороте рамки, R — общее электрическое сопротивление цепи, складывающееся из сопротивлений катушки и рамки гальванометра.

- Заряд Δq можно измерить с помощью гальванометра, подключенного к концам катушки на рамке, если его предварительно отградуировать. Градуировка шкалы гальванометра в единицах заряда осуществляется путем подключения его к обкладкам конденсатора известной емкости, заряженного до известного напряжения.
- При практическом выполнении работы, когда расположение вектора \vec{B} индукции магнитного поля в пространстве неизвестно, можно в двух отдельных опытах определить горизонтальную \vec{B}_Γ и вертикальную \vec{B}_B компоненты вектора \vec{B} и вычислить модуль B их геометрической суммы:
- $\vec{B} = \vec{B}_\Gamma + \vec{B}_B, B = \sqrt{B_\Gamma^2 + B_B^2}$

Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля

- 1. Воспользуемся катушкой для демонстрации магнитного поля тока. Присоединим выводы катушки к гальванометру. Установим рамку вертикально и расположим ее плоскость перпендикулярно горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли, ориентируясь по стрелке компаса.
- 2. Повернем рамку на 180° вокруг вертикальной оси и сделаем отсчет заряда 1 по отбросу стрелки гальванометра.



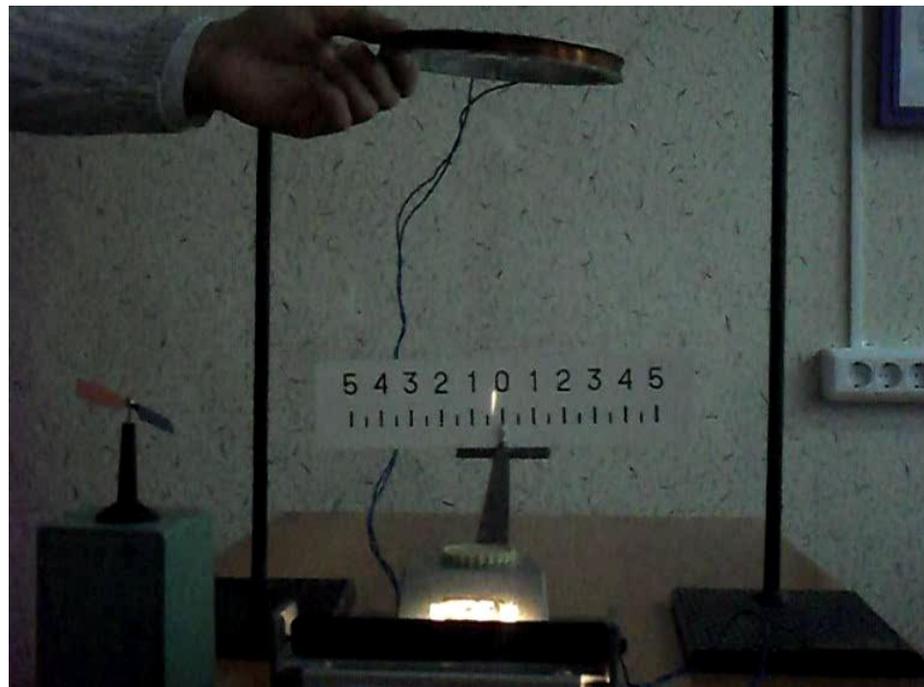
3. Повторим опыт 5 раз и найдем среднее значение количества электричества q_{1cp} , протекающего через гальванометр при повороте рамки на 180° .

Измерим площадь рамки S .

4. По измеренным значениям q_{1cp} и S и известному значению числа витков провода на рамке n вычислим модуль B_r горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли.

Определение вертикальной составляющей индукции магнитного поля

- 5. Расположим рамку горизонтально и повернем ее на 180° вокруг горизонтальной оси. Сделаем отсчет заряда q_2 . Повторим опыт 5 раз и найдите среднее значение q_{2cp} . Рассчитаем модуль B_B вертикальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли.
- 6. Вычислим модуль B индукции магнитного поля Земли. Результаты измерений и вычислений занесем в отчетную таблицу.



Отчетная таблица

$R, \text{ Ом}$	n	$S, \text{ м}^2$	$q_{1cp}, \text{ Кл}$	$q_{2cp}, \text{ Кл}$	$B_r, \text{ Тл}$	$B_B, \text{ Тл}$	$B, \text{ Тл}$
8,5	160	0,018	$11,3 \cdot 10^{-4}$	$67,1 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$10,07 \cdot 10^{-4}$	$10,24 \cdot 10^{-4}$

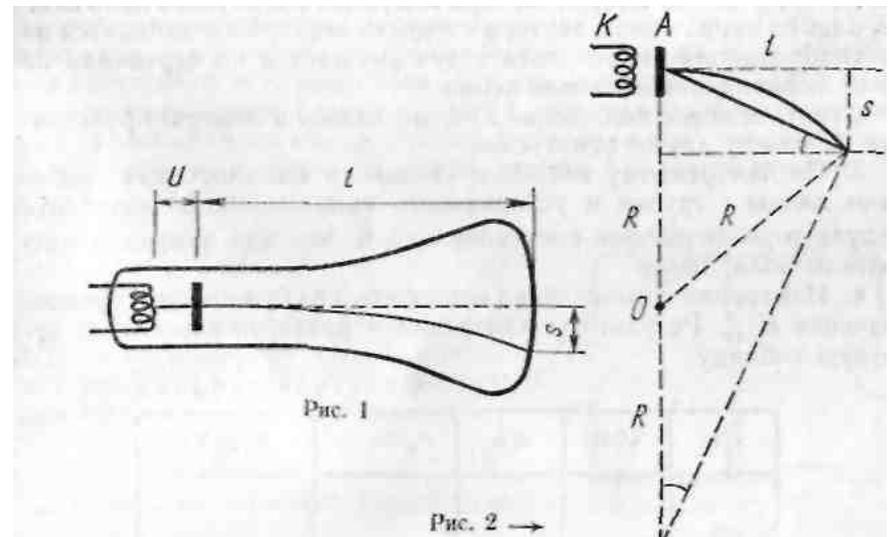
Погрешность измерений – 23%

Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли по отклонению электронного луча.

Метод выполнения работы

Если работающую электронно-лучевую трубку расположить перпендикулярно магнитному меридиану Земли, то вследствие действия на электронный луч силы Лоренца происходит его смещение S (рис. 1). Смещение по вертикали зависит от горизонтальной составляющей B_H индукции магнитного поля Земли.

Измерив, вертикальное смещение S электронного луча, можно, как видно из рисунка 2, определить радиус R дуги, по которой движутся электроны:



$$\frac{S}{l} = \frac{l}{2R - S} \approx \frac{l}{2R}$$

где l — расстояние от анода до экрана. Следовательно,

$$R = \frac{l^2}{2S} \quad (1)$$

С другой стороны, радиус R можно определить, применив второй закон Ньютона $F = ma$ для электрона, движущегося в магнитном поле.

Здесь $F = eUB_r$, $a = \frac{v^2}{R}$. Следовательно, $eB_r = m \frac{v^2}{R}$, откуда

$$R = \frac{mv}{eB_r} \quad (2)$$

где e и m — соответственно заряд и масса электрона. Скорость электрона можно определить, исходя из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = eU$

(U — разность потенциалов между катодом и анодом электронно-лучевой трубки).



Отсюда: $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ (3)

Из выражений (1), (2) и (3) получаем: $B_r = \frac{2S}{l^2} \sqrt{\frac{2Um}{e}}$ (4)

Таким образом, для определения модуля горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли при известных значениях U и l -длины трубки нужно измерить смещение S электронного луча по вертикали под действием силы Лоренца.

- 1.Используя магнитную стрелку, установим электронно-лучевую трубку осциллографа перпендикулярно плоскости земного меридиана. Включим электронный осциллограф. С помощью ручек управления яркостью луча и его фокусировкой добьемся получения на экране святящегося пятна минимальных размеров. Ручками смещения луча по вертикали и по горизонтали выведем святящееся пятно в центр экрана трубки. Наложим на экран кальку и отметим на ней положение святящегося пятна.
- 2.Повернем осциллограф на 180° в горизонтальной плоскости. Электронный луч будет снова расположен перпендикулярно горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли. Однако направление вектора скорости электронов изменится на противоположное. В результате луч смещается по вертикали на $2S$ от первоначального положения. Отметим новое положение луча на кальке и измерим расстояние $2S$ между двумя отметками

- 3. По измеренному значению смещения S и известным значениям длины , трубки и ускоряющего напряжения U вычислим модуль горизонтальной составляющей B_r вектора индукции магнитного поля Земли
- 4. Результаты измерений и расчетов занесем в отчетную таблицу.

Отчетная таблица

$l, \text{ м}$	$U, \text{ В}$	$S, \text{ м}$	$B_r, \text{ Тл}$
0,28	27000	0,01	$1,4 \cdot 10^{-4}$

Погрешность измерений – 26%



До поворота



После поворота

Заключение

- Магнитное поле Земли возникло много миллиардов лет назад, задолго до появления жизни на планете. Собственно, вся биологическая эволюция протекала в присутствии этого поля.
- Естественное магнитное поле земли очень слабо и составляет всего 0,5 Гаусса. Однако, несмотря на это, оно защищает нас от воздействия очень мощного магнитного поля Солнца. Выживаемость и самочувствие людей, животных и растительного мира зависят от этой силы. Магнитные силы воздействуют на каждую мельчайшую клеточку, составную часть организма человека и животного.
- Для лучшего понимания влияния магнитного поля Земли на все живое, в том числе и на человека, нами была произведена оценка индукции магнитного поля Земли.

ЛИТЕРАТУРА

Амиантов А.С., Зайцев А.Н., Одинцов В.И., Петров В.Г. *Вариации магнитного поля Земли*. База цифровых данных магнитных обсерваторий России за 1984–2000 годы на CD-ROM. ИЗМИРАН, Москва, 2001

Пудовкин М.И. *Основы физики Солнца*. СПб, 2001

Лазутин Л.Л. *Полярные сияния*. Наука в России, № 4, 2001

Eris Chaisson, Steve McMillan *Astronomy today*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, 2002

Солнечно-земная физика. Выпуск 4. – Сборник научных трудов. Издательство Сибирского отделения РАН, 2004

Пинский А.А., Кабардин О.Ф. Учебник для 11 класса с углубленным изучением физики. Москва “Просвещение”. 2009 год.

Ю.И.Дик, О.Ф. Кабардин, Н.И.Шефер. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики. Москва “Просвещение”. 1993 год.



**Спасибо
за
ВНИМАНИЕ**