

Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ школьников

«Высший пилотаж»

Всероссийский конкурс-конференция школьников «Авангард»

**Исследование магнитного поля Земли. Магнитные бури**

Исследовательская работа

Направление «Физика»

Автор: Чукурова Надежда Викторовна,

учащаяся 9 класса

МБОУ ООШ с. Н. Шаткино

2024 г.

Содержание

1.	Введение.....	стр. 3
2.	Магнитное поле .....	4
3.	Магнитное поле Земли .....	5
4.	Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли ... ..	6
5.	Влияние магнитного поля на растительный и животный мир .....	7
6.	Влияние магнитного поля на человека .....	7-8
7.	Влияние магнитного поля на всхожесть семян и рост растений .....	8
8.	Магнитные бури.....	9-10
9.	Воздействие магнитных бурь на земные процессы .....	10
10.	Влияние магнитного бурь на человека .....	11-12
11.	Выводы .....	12
12.	Литература .....	13
13.	Приложения .....	14 - 21

## 1. Введение

По телевидению, обычно после прогноза погоды, нам регулярно сообщают о проявлениях солнечной активности и состоянии магнитного поля Земли. Благодаря этому понятия «солнечная вспышка» и «магнитная буря» прочно заняли свое место в обиходной речи<sup>1</sup>.

2023 год с точки зрения магнитной обстановки выдался на редкость «бурным». В ближайшее время солнечная активность будет только увеличиваться, так как мы приближаемся к пику 11-летнего цикла. Ожидалось, что текущий 25-й солнечный цикл достигнет пика в период с января по октябрь 2024 года. Тема мне показалась интересной и **актуальной**, и я решила исследовать магнитное поле Земли. Выяснить, что же такое — магнитные бури, каковы причины их возникновения, и какое влияние они могут оказать на человека и его окружение.

**Цель:** изучить особенности магнитного поля Земли, его характеристики и влияние на живые организмы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить и проанализировать научную и научно – популярную литературу по теме исследования;
2. Определить горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли;
3. Изучить влияние магнитного поля на всхожесть семян и рост растений;
4. Исследовать зависимость самочувствия человека от геомагнитных возмущений.

**Гипотеза.** Магнитное поле влияет на самочувствие человека и рост растений.

**Методы исследования:** аналитический, экспериментальный, метод сравнения и обобщения полученной информации.

**Практическая значимость:** В настоящее время в этой области физической науки проводится много исследований. Данная тема имеет большое практическое значение, расширяет кругозор. Материал можно использовать на уроках физики, факультативных и внеклассных занятиях.

---

<sup>1</sup> Анатолий Хлыстов Эхо магнитных бурь "Техника-молодежи" №1, 2004

## 2. Магнитное поле

Магнитное поле — это силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и тела, обладающие магнитным моментом. Это одна из пяти известных нам сил, управляющих Вселенной от микромасштабов до масштабов межгалактических. Магнитное поле — неперенное условие для существования жизни. Оно представляет собой единственную защиту от убивающей радиации Солнца.

Магнитное поле характеризуется рядом физических свойств, и одной из основных его характеристик является вектор индукции  $\vec{B}$  магнитного поля. Это физическая величина, численно равная максимальному вращающему моменту  $\vec{M}_{\max}$ , действующему со стороны магнитного поля на пробный ток с единичным магнитным моментом  $\vec{P}$ :

$$B = \frac{M_{\max}}{P}$$

. Вектор индукции магнитного поля может быть рассчитан на основании закона Био – Савара – Лапласа:

$$dB = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}, \text{ где } \mu - \text{ магнитная проницаемость среды,}$$

$\mu_0$  - магнитная постоянная, равная  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ ,

$r$  - расстояние от элемента длины  $dl$  проводника до исследуемой точки магнитного поля,

$\alpha$  - угол между векторами  $d\vec{l}$  и  $\vec{r}$ .

По закону Био – Савара – Лапласа рассчитываются значения индукции магнитных полей, создаваемых проводниками различной формы при прохождении по ним тока различной силы  $I$

Индукция магнитного поля  $B$  в центре кругового тока радиусом  $R$  и силой тока  $I$

определяется по формуле: 
$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2R}$$

### 3. Магнитное поле Земли

История знакомства человечества с магнитным полем Земли уходит в такую древность, что вряд ли мы когда-нибудь точно установим момент, когда люди впервые научились пользоваться магнитной стрелкой. Одно из первых достоверных письменных упоминаний о «магнитной игле, которая может свободно вращаться» приходит из китайской энциклопедии, составленной Гуи-Чином в 121 г. н. э. Есть свидетельства и постарше. Древний китайский рисунок, датированный 220 г. до н. э., изображает изящный компас, сделанный в виде небольшой ложечки, свободно вращающейся посередине отлитой из бронзы квадратной пластины<sup>2</sup> (рис. 1 приложение 1). О том, что ложечка использовалась в качестве компаса, историки узнали из манускрипта эпохи династии Хань, написанного в 83 г. н. э. В нём говорилось, что ручка такой ложки всегда выбирает только южное направление горизонта.

В полной мере природа геомагнитного поля до конца не выяснена. По существу вопроса доказаны следующие положения, сужающие степень неоднозначности модели происхождения магнитного поля Земли<sup>3</sup>: магнитное поле связано с процессами в земном ядре и с вращением Земли; генерация геомагнитного поля происходит в жидкой части ядра, поскольку ферромагнетизм твёрдого вещества Земли не возможен при температурах, превышающих 675 °С; жидкая электропроводящая сфера может генерировать магнитное поле лишь в случае разной скорости вращения отдельных объёмов её вещества.

Этим положениям, а также закономерностям временных и пространственных изменений магнитного поля Земли, удовлетворяет следующая модель: геомагнитное поле индуцируется электрическими токами в жидком ядре, обусловленными дифференцированным (с разными скоростями) движением расплавленных металлических масс относительно мантии.

Мы ещё очень мало знаем о механизме поддержания магнитного поля Земли, можно сказать, почти ничего. Есть лишь гипотезы, не более. Венера — сестра Земли — во многом похожа на наш дом, однако полностью лишена своего магнитного поля. Почему? Точного ответа нет<sup>4</sup>. Наша Земля — лишь один из атомов в организме беспредельной Вселенной, взаимосвязь с которой может оказаться гораздо сложнее, чем представляется сегодня. Магнитосфера Земли погружена в гелиосферу — магнитную капсулу Солнечной системы, которая, в свою очередь, мчится в пространстве через неизведанные галактические магнитные поля. Думается, что понимание подобных взаимодействий позволит геофизике XXI века сделать качественный шаг вперёд.

---

<sup>2</sup> с 3 Дьяченко Антон Иванович. Магнитные полюса Земли. М.: МЦНМО, 2003

<sup>3</sup> с. 68 Номоконова Г.Г. Физика Земли: учебное пособие – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012

<sup>4</sup> с 47 Дьяченко Антон Иванович. Магнитные полюса Земли. М.: МЦНМО, 2003

#### 4. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли

Наша Земля является гигантским магнитом. В пространстве, окружающем Землю, существует магнитное поле. В каждой точке на поверхности Земли вектор индукции магнитного поля имеет определенную величину и направление, которые определяются тремя элементами земного магнетизма: горизонтальной составляющей вектора индукции  $B_H$ ; склонением  $\varphi$  (углом между  $B_H$  и плоскостью географического меридиана); наклонением  $\theta$  (углом между вектором индукции  $\vec{B}$  и плоскостью горизонта).

Индукцию  $B$  магнитного поля Земли можно представить суммой горизонтальной  $B_H$  и вертикальной  $B_V$  составляющих:  $B = B_H + B_V$ .

Зная угол наклона  $\theta$  и измерив горизонтальную составляющую  $B_H$  можно определить значение вектора индукции магнитного поля в любой точке на поверхности Земли.

В эксперименте я использовала установку, которая состоит из тангенс-гальванометра (рис. 2, приложение 2), амперметра, ключа, реостата, источника питания. Описание работы содержится в приложении 3. Схема проведенного мной эксперимента представлена на фото 1-2 в приложении 4.

При замыкании ключа по виткам катушки проходит электрический ток, создающий магнитное поле. При изменении силы тока изменяется индукция магнитного поля катушки и изменяется положение магнитной стрелки тангенс-гальванометра.

С помощью реостата я изменяла силу тока и определяла угол отклонения магнитной стрелки. Повторяла измерения несколько раз. По формуле вычисляла горизонтальную составляющую  $B_H$  вектора индукции магнитного поля в данной точке Земли. Результаты измерений и оценка погрешности представлены в таблице 1 приложения 5.

## 5. Влияние магнитного поля на растительный, животный мир

Мы часто удивляемся - как дельфины находят путь в океане, а птицы в небе? Они ориентируются по магнитному полю. В нервные окончания пчел, птиц, дельфинов, саламандр и других животных «вмонтированы» естественные магниты - зерна магнетита  $Fe_3O_4$ . Во время бурь стрелка «компаса» начинает лихорадить. Для животных это огромный риск - не найти дорогу домой. Есть версия, что «магнитик» остался и у людей, мы просто разучились им пользоваться. Но, когда магнитное поле неспокойно, «компас» по старой памяти сигнализирует: SOS! Существует гипотеза: мы реагируем не на саму бурю, а на этот сигнал - предупреждение о возможной опасности. Организм впадает в стресс, мобилизует все силы для борьбы. Так что метеозависимость - один из способов борьбы за выживание!<sup>5</sup>

Несмотря на то, что магнитное поле нельзя увидеть, обитатели Земли хорошо его чувствуют. Перелетные птицы отыскивают дорогу, ориентируясь именно на него. Существует несколько гипотез, объясняющих, как именно они ощущают поле. Одна из последних предполагает, что птицы воспринимают магнитное поле визуально. Особые белки – криптохромы – в глазах перелетных птиц способны менять свое положение под воздействием магнитного поля. Авторы теории считают, что криптохромы могут играть роль компаса.

Кроме птиц магнитное поле Земли вместо GPS используют морские черепахи. И, как показал анализ спутниковых фотографий, представленных в рамках проекта Google Earth, коровы. Из вышесказанного можно сделать вывод, что магнитное поле Земли напрямую влияет на каждое живое существо на планете. Как же повлияет на животных его изменение? Точно сказать нельзя. Одна из гипотез утверждает, что динозавры вымерли именно во время очередной смены магнитных полюсов.

## 6. Влияние магнитного поля на человека

Человек на планете Земля постоянно находится под воздействием магнитного поля. Человеческое тело также обладает собственным магнитным полем, различным для разных органов. Важным моментом является поддержание относительного баланса между внешними и внутренними магнитными полями. Бесспорным является факт, что внешние магнитные поля в значительной мере определяют состояние наших внутренних магнитных полей.

---

<sup>5</sup> <https://astroma.net/service/magnet/investigation.htm>

Врачи и ученые эксперты в области физиологических процессов, происходящих под влиянием магнитного поля в человеческом организме, обращают повышенное внимание на влияние магнитного поля на кровеносно-сосудистую систему человека, эффективность переноса кислорода кровью, транспортировку питательных веществ, но наиболее чувствительной к магнитному полю является нервная система. На магнитные поля реагирует и другие системы организма: эндокринная, сердечно-сосудистая, дыхательная, костно-мышечная и пищеварительная системы, органы чувств и кровь.

В макромолекулах под влиянием магнитных полей возникают заряды и изменяется их магнитная восприимчивость. Магнитная энергия макромолекул в результате такого воздействия превышает энергию теплового движения. Данный эффект даёт возможность использовать магнитное поле для запуска ориентационных и концентрационных изменений внутри биологически активных макромолекул. Он влияет на скорость биохимических и биофизических процессов. Активность ионов является важнейшим регуляторным механизмом человеческого организма. Благодаря возрастанию ионной активности в тканях организма под воздействием магнитных полей происходит стимуляция клеточного метаболизма, то есть увеличение обмена веществ.

#### **7. Влияние магнитного поля на всхожесть семян и рост растений**

Многочисленными исследованиями установлено позитивное влияние магнитного поля на скорость прорастания и всхожесть семян растений. Так как даже небольшое внешнее магнитное поле оказывает неплохое воздействие на прорастание семян, я решила провести эксперимент. Взяла 28 семян сладкого перца, разделила их на две части, и посеяла в разные контейнеры. Поместила их на окна, расположенные с одной стороны дома. Только один - рядом с микроволновкой. Так как доказано, что к неблагоприятным источникам магнитного поля промышленной частоты в квартире относятся холодильники с системой “без инея”, нагреватели, телевизоры, различного рода зарядные устройства, выпрямители и преобразователи тока, сотовые телефоны, компьютеры, СВЧ-печи<sup>6</sup>.

Во время проведения эксперимента следила, чтобы условия прорастания были одинаковые (фото 3-6, приложение 6). Микроволновой печью, в течение дня, наша семья пользовалась в среднем 40 минут. Ставила образец у передней дверцы микроволновой печи.

Быстрее всходы появилось в образце, который периодически находился во внешнем магнитном поле микроволновки и рост растений в нём происходил быстрее. Всхожесть составила 60 %, в контрольной группе взошли только 50 % семян. На фото 7-11 (приложение 6) представлены фотографии роста растений за время наблюдений.

---

<sup>6</sup> Ромашев Д.К Реферат «Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека» - СПб: СПГТУ – 2001 – 21с.

## 8. Магнитные бури

Еще в средние века мореплаватели обратили внимание, что бывают дни, когда стрелка компаса вдруг начинает беспорядочно колебаться в продолжение нескольких часов и даже нескольких суток, делая компас совершенно непригодным для навигационных расчетов. Это явление моряки и окрестили магнитной бурей. Но только в XVIII в. французский астроном Лемонт заметил, что интенсивность и частота магнитных бурь тем больше, чем больше на Солнце пятен. Это стало первым открытием связи земных явлений с солнечной активностью<sup>7</sup>.

Сейчас учёные уже хорошо представляют цепочку солнечно-земных связей, приводящих к магнитным бурям. По современным представлениям магнитные бури происходят в результате взаимодействия высокоскоростных потоков намагниченной солнечной плазмы с магнитосферой Земли. Поскольку температура верхних слоев атмосферы Солнца около миллиона градусов, атомы водорода и гелия приобретают такие громадные скорости, что при столкновениях выбивают друг у друга электроны и оказываются буквально «голыми». Благодаря этой так называемой «столкновительной ионизации» в короне Солнца остаются только «голые» ядра атомов — протоны и выбитые из атомов электроны. Эта смесь частиц и есть плазма. В результате многочисленных столкновений некоторые частицы развивают такие большие скорости, что им удается преодолеть притяжение Солнца и навсегда уйти в окружающее космическое пространство. Эти потоки плазмы, берущие свое начало в короне Солнца и двигающиеся в обычных условиях со скоростью около 300 км/с, и получили название «солнечный ветер»<sup>8</sup>.

Когда плазма солнечного ветра встречает на своем пути магнитное поле Земли, она сначала сжимает магнитные силовые линии, а затем начинает обтекать Землю, как поток воды обтекает твердое препятствие. На обращенной к Солнцу стороне Земли граница обтекания устанавливается на расстоянии 10—12 радиусов Земли. На ночной стороне магнитное поле вытягивается в виде шлейфа, похожего на хвост кометы, до расстояний около 1000 радиусов Земли. Вся эта область, в которой заключено магнитное поле и околоземная плазма, называется магнитосферой Земли.

Пока «дует» регулярный солнечный ветер со скоростью около 300 км/с, никаких возмущений в магнитосфере Земли не происходит, это так называемый геомагнитный «штиль». Но вот на Солнце появилась большая группа пятен, представляющая собой всплывшее из недр Солнца сильно намагниченное вещество. При случайном сближении пятен с различной магнитной полярностью происходит нечто похожее на гигантское «короткое замыкание» с выделением поистине космического количества энергии. Оно сравнимо с извержением 10 млн

---

<sup>7</sup> Хлыстов Анатолий. Эхо магнитных бурь "Техника-молодежи" №1, 2004

<sup>8</sup> Там же

вулканов или взрывом нескольких десятков водородных бомб. Астрономы называют это явление солнечной вспышкой<sup>9</sup>.

Учеными установлено, что во время вспышки происходит взрывное преобразование магнитной энергии пятен в энергию гамма-излучения, рентгеновского излучения и излучения в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. В это время также происходит выброс высокоскоростных потоков заряженных частиц — электронов и протонов. Когда этот возмущенный солнечный ветер встречает на своем пути магнитосферу Земли, в месте контакта начинают происходить беспорядочные и порой очень сильные изменения напряженности магнитного поля Земли, что и составляет суть магнитной бури. Магнитная буря обычно начинается через сутки — двое после вспышки на Солнце. Именно столько времени требуется плазме, чтобы пройти 150 млн км от Солнца до Земли.

## **9. Воздействие магнитных бурь на земные процессы**

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 связаны с магнитными бурями<sup>10</sup>.

Острые споры вызывал в свое время вопрос о влиянии солнечной активности на возникновение несчастных случаев и травматизма на транспорте и в производстве. Позже российский судебный медик из Томска В.П. Десятое обнаружил резкое возрастание числа самоубийств (в 4 — 5 раз по сравнению с днями спокойного Солнца) также на вторые сутки после вспышки на Солнце. А это как раз соответствует началу магнитных бурь.

Существует немало свидетельств воздействия магнитных бурь на технические системы и сооружения. Уже стали привычными сообщения о потере спутников во время сильных магнитных бурь из-за сбоев в работе электронных систем управления и связи, а также о преждевременном сходе ИСЗ с орбит и гибели в плотных слоях атмосферы. После некоторых сильных вспышек возникали ураганные ветры и тайфуны, происходили землетрясения и извержения вулканов. Магнитные бури обычно сопровождаются полярными сияниями, которые представляют собой свечение атомов кислорода и молекул азота, возбужденных частицами солнечного и магнитосферного происхождения.

---

<sup>9</sup> Хлыстов Анатолий. Эхо магнитных бурь "Техника-молодежи" №1, 2004

<sup>10</sup> Хлыстов Анатолий. Эхо магнитных бурь "Техника-молодежи" №1, 2004

## 10. Влияние магнитных бурь на человека

Исследования показали, что при воздействии на человеческий организм кратковременного переменного магнитного поля с частотой 0,01 — 5 Гц происходит резкое изменение характера электроэнцефалограммы мозга человека. Под воздействием слабых переменных магнитных полей у человека возрастает частота пульса, начинает болеть голова, ухудшается самочувствие и чувствуется слабость во всём организме. При этом происходит сильное изменение электрической активности мозга.

В Ереванском медицинском институте исследовали взаимосвязь между возмущениями геомагнитного поля и уровнем заболеваемости инфарктом миокарда. Инфаркт миокарда очень удобен для исследования, так как можно чётко определить время его возникновения, а затем соотнести с временем различных гелио-геофизических явлений, например, магнитных бурь.

Исследования показали, что в зависимости от солнечной активности в крови человека изменяется количество лейкоцитов: при высокой солнечной активности концентрация лейкоцитов падает, и наоборот. В день прохождения магнитной бури и на протяжении ближайших 1-2 дней после неё сильно возрастает количество обращений людей с сердечно-сосудистыми проблемами и летальных исходов. Наш организм реагирует на воздействие не мгновенно, поэтому пик обращений приходится не на день самой магнитной бури, а на первый или второй день после неё.

Я решила выяснить, как влияют магнитные явления на самочувствие человека. Опросила 50 жителей нашего села в возрасте от 10 до 65 лет. Выделила три группы: с 10 до 29 лет, с 30 до 45 лет и 46 – 65 лет. Они ответили на вопросы анкеты (Приложение 7). На вопрос: Влияет ли на ваше самочувствие магнитные бури, 62% ответили «да» и 38 % - «нет». В первой группе утвердительно ответили 52%, во второй – 60%, и в третьей - 90%.

Результаты исследований представлены на диаграммах 1 – 4 приложения 8. Влияние магнитной бури на самочувствие во второй группе оказалось более заметным, чем в первой. Большая зависимость людей третьей группы объясняется возрастными изменениями, ослаблением защитной функции организма. С возрастом человек становится более метеозависим.

Согласно опросу, основные жалобы на состояние здоровья: головная боль, нарушение сна, увеличение пульса/ артериального давления, приходятся в день магнитной бури. У некоторых респондентов самочувствие ухудшалось накануне, либо после неё. На диаграммах 5 - 6 приложения 9 представлены результаты исследования.

Я выяснила что влияние геомагнитных возмущений на организм человека существует, и оно индивидуально. Хронические заболевания могут обостриться во время магнитной бури. У некоторых людей возникает слабость, кто-то страдает от головной боли и снижения физической

активности. Человек без видимой причины становится раздражительным и тревожным. Люди, не страдающие хроническими заболеваниями, не заметили происходящее.

Для метеозависимых людей я провела консультацию о том, как помочь себе в сложные геомагнитные дни. Советы, как защититься от магнитных бурь представлены на рис. 3 приложения 9.

## 11. Выводы

По окончании исследовательской работы могу сказать, что поставленная мною цель достигнута. Я узнала много нового о магнитном поле и магнитных бурях.

Научилась определять горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра. Индукция магнитного поля во время исследований изменялась. Во время сильной магнитной бури не удавалось правильно снять показания прибора из-за того, что стрелка тангенс-гальванометра вращалась. Поэтому я решила продолжить исследование магнитного поля Земли с помощью цифровой лаборатории Архимед, в которую входит встроенный датчик магнитного поля.

Выяснила что магнитное поле оказывает влияние на всхожесть семян и рост растений (перца). Более интенсивный рост наблюдался у семян, которые находились у микроволновой печи.

Также выяснила, что изменения магнитного поля влияют на здоровье и самочувствие человека.

Выдвинутая мною гипотеза о том, что магнитное поле влияет на самочувствие человека и рост растений, подтвердилась.

Магнетизм – это наука будущего, многочисленные тайны хранит она в себе. Решить их – значит научиться жить в гармонии с природой, с Землей, с Вселенной. Уверена, что приобретенные знания пригодятся мне в дальнейшей жизни. Работа над этим проектом была интересной и познавательной. Ведь, по словам японского писателя Харуки Мураками «Самое важное — не то большое, до чего додумались другие, но то маленькое, к чему пришел ты сам».

## 12. Литература

1. Хлыстов А. Эхо магнитных бурь. "Техника-молодежи" №1, 2004
2. Дьяченко А.И. Магнитные полюса Земли. – М., 2003.
3. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. Геомагнитобиология. – М., 1984.
4. Номоконова Г.Г. Физика Земли: учебное пособие – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012– 108с.
5. Яновский Б. М. Земной магнетизм. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1978, 592 с.
6. Соболева Э.Г., Теслева Е.П., Полицинский Е.В. Физика. Лабораторные работы Часть 2 Учебное пособие Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета Типография ООО «Медиафера» 2015
7. Гильберт У. О магните, магнитных телах и большом магните Земля. – М.: Изд-во АН СССР: 1956. – 256 с
8. Степанюк И.А., Магнитные бури // Физика. – 2017. - № 1. – Режим доступа: <http://fiz.1september.ru/article.php?ID=200700509>
9. Официальный сайт проекта ТЕСИС – группы Отечественных космических телескопов. – Режим доступа: <http://tesis.lebedev.ru/>
10. Интернет источники:  
<http://primeinfo.net.ru/category/institut-cheloveka?skip=7>  
<http://primeinfo.net.ru/news1882.html>  
<http://www.pole.com.ru/>: Центр электромагнитной безопасности.  
<http://ru.wikipedia.org>



**Рис. 1.** Китайский компас в виде ложечки из магнетита, помещённой на бронзовую пластину (220 г. до н. э.). Квадрат символизирует Землю, круг в центре — небеса. В центре круга часто изображали Большую Медведицу.

### Набор по изучению магнитного поля Земли

#### Описание

Набор "Магнитное поле Земли" предназначен для определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.

Прибор представляет собой катушку диаметром 21 см, содержащую 6 витков изолированного провода. В центре катушки на горизонтальной площадке расположена магнитная стрелка. Стрелка находится в корпусе, на котором имеется шкала для отсчета угла поворота. Корпус закреплен так, что линия 0-180° шкалы совпадает с плоскостью катушки. Для того чтобы не искажать измеряемое магнитное поле, штатив прибора изготовлен из немагнитных материалов.



**Рис. 2.** Тангенс-гальванометр

При выполнении эксперимента измеряют угол отклонения магнитной стрелки при различных значениях тока в катушке.

### Лабораторная работа «Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли»

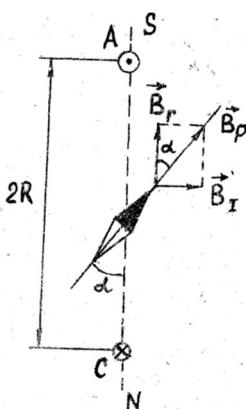
**Цель работы:** ознакомление с определением индукции магнитного поля Земли методом тангенс-гальванометра; определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

**Приборы и принадлежности:** тангенс-гальванометр, источник постоянного напряжения, амперметр, реостат.

#### Описание установки и метода измерения

Для определения горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли в данной работе используется метод, основанный на применении тангенс-гальванометра. Тангенс-гальванометр состоит из вертикальной плоской катушки, в центре которой помещена магнитная стрелка. Стрелка может вращаться только вокруг вертикальной оси. В данной точке Земли свободная магнитная стрелка под действием горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля устанавливается в плоскости магнитного меридиана. Если на стрелку подействовать магнитным полем, созданным вертикальной плоской катушкой с током тангенс-гальванометра, плоскость которой расположена в плоскости магнитного меридиана, то под действием магнитного поля катушки она изменит первоначальную ориентировку и расположится под некоторым углом  $\alpha$  к плоскости магнитного меридиана. Такое расположение магнитной стрелки под действием двух взаимно перпендикулярных магнитных полей показано на рисунке. На магнитную стрелку действует, с одной стороны, вращающий момент  $\vec{M}_Г$ , создаваемый горизонтальной составляющей  $\vec{B}_Г$  индукции магнитного поля Земли, с другой стороны, - вращающий момент  $\vec{M}_I$ , создаваемый магнитным полем  $\vec{B}_I$  катушки с током. Последний стремится расположить стрелку перпендикулярно плоскости витков, а вращающий момент  $\vec{M}_Г$  стремится вернуть ее в плоскость витков, а значит, и в плоскость магнитного меридиана.

В результате действия на оба конца магнитной стрелки взаимно перпендикулярных полей



с индукциями  $\vec{B}_Г$  и  $\vec{B}_I$  стрелка установится по направлению результирующей  $\vec{B}_Р$ . На рис. NS обозначает направление магнитного меридиана Земли, A и C - сечение витка кольцевой плоской катушки горизонтальной плоскостью (вид сверху). Из рисунка видно, что

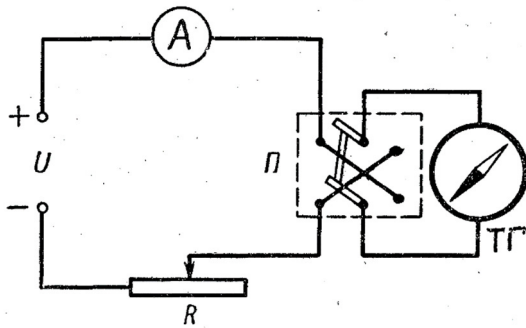
$$B_G = \frac{B_I}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Величина индукции магнитного поля  $B_I$ , создаваемого током в центре катушки с учетом числа витков  $N$  и  $\mu = 1$  для воздуха вычисляется по формуле:

$$B_I = \frac{\mu_0 IN}{2R}$$

Получаем формулу  $B_r = \frac{\mu_0 IN}{2R \operatorname{tg} \alpha}$ , которая используется при определении горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

Для опытного определения  $B_r$  необходимо по шкале тангенс-гальванометра определять угол отклонения  $\alpha$  магнитной стрелки при заданной силе тока  $I$  в катушке прибора. Для проведения эксперимента используется установка, схема которой показана на рисунке.



Установка включает ТГ - тангенс-гальванометр, А - амперметр, П - ключ-коммутатор, R - реостат, U - источник напряжения. При замыкании ключа П по виткам катушки проходит электрический ток, создающий магнитное поле. При изменении силы тока изменяется индукция магнитного поля катушки и изменяется положение магнитной стрелки тангенс-гальванометра.

гальванометра.

### Порядок выполнения работы

1. Расположить тангенс-гальванометр так, чтобы плоскость витков его катушки совпадала с направлением магнитной стрелки, т.е. с плоскостью магнитного меридиана. Показание стрелки на шкале тангенс-гальванометра должно быть равно нулю  $\alpha = 0$ .

2. Замкнуть цепь ключом-коммутатором П и с помощью реостата R установить силу тока, при которой угол отклонения стрелки будет близок  $30^\circ$ . Отсчет угла вести по обоим концам стрелки ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) для исключения погрешности, которая может быть вызвана эксцентриситетом в насадке стрелки.

3. Не изменяя силу тока, изменить направление тока и с помощью коммутатора П и вновь отсчитать угол отклонения стрелки ( $\alpha_3, \alpha_4$ )

4. Повторить измерения углов отклонения стрелки  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  при шести других, но больших значениях силы тока, вызывающих отклонение на углы, увеличивающиеся на  $5^\circ$ .

5. Разомкнуть ключ.

### Обработка результатов измерений

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

1. Для каждого опыта по формуле найти среднее значение угла отклонения стрелки при каждой силе тока. Результаты измерений внести в таблицу.

2. По формуле для каждой силы тока вычислить горизонтальную составляющую  $B_{\Gamma}$  вектора индукции магнитного поля в данной точке Земли. Число витков  $N$  и радиус  $R$  катушки указаны в паспортных данных установки.

3. Вычислить среднее значение вектора индукции  $B_{\Gamma}$  магнитного поля Земли, абсолютную и относительные погрешности измерений.

### Приложение 4

#### Эксперимент

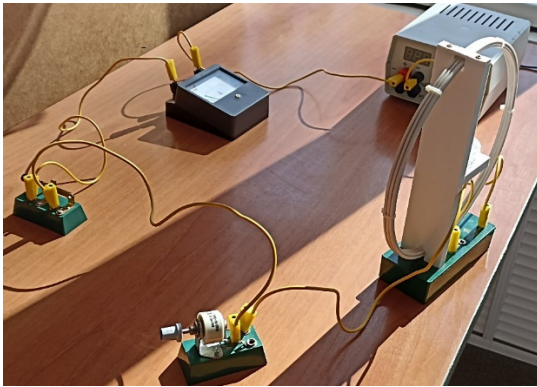


Фото 1

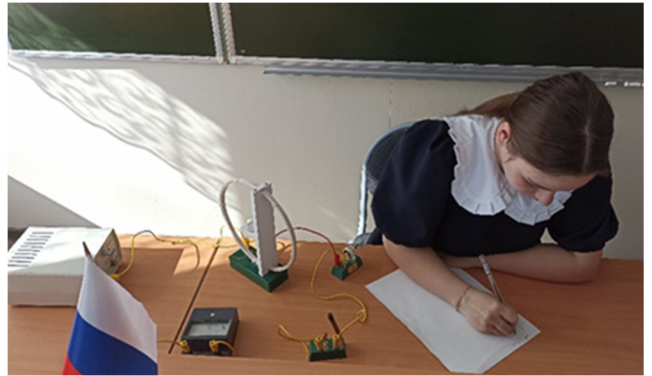


Фото 2

### Приложение 5

Таблица 1. Результаты исследования

№ п/п	R, м	N, вит.	I, А	$\alpha$ , град.	tg $\alpha$	$B_{\Gamma}$ , мТл	$B_{\Gamma}$ ср, мТл	$\Delta B_{\Gamma}$ , мТл	$\Delta B_{\Gamma}$ ср, мТл
<b>25 февраля 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,1	20	0,3638	0,010	0,009	0,000	0,007
2			0,2	30	0,5770	0,012		0,012	
3			0,3	40	0,8385	0,013		0,013	
4			0,4	80	5,6479	0,003		0,003	
<b>26 февраля 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,2	20	0,3638	0,020	0,013	0,007	0,010
2			0,3	50	1,1907	0,009		0,009	
3			0,4	50	1,1907	0,012		0,012	
4			0,5	60	1,7299	0,010		0,010	
<b>27 февраля 2024 года</b>									

1	0,105	6	0,2	20	0,3638	0,020	0,017	0,003	0,013
2			0,3	30	0,5770	0,019		0,019	
3			0,4	40	0,8385	0,017		0,017	
4			0,5	50	1,1907	0,015		0,015	
5			0,6	60	1,7299	0,012		0,012	
<b>1 марта 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,2	30	0,5770	0,012	0,0073	0,005	0,001
2			0,3	50	1,1907	0,009		0,009	
3			0,4	60	1,7299	0,008		0,008	
4			0,5	75	3,7222	0,005		0,005	
5			0,6	85	11,3319	0,002		0,002	
<b>7 марта 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,2	20	0,3638	0,020	0,014	0,005	0,003
2			0,3	40	0,8385	0,013		0,013	
3			0,4	45	0,9992	0,014		0,014	
4			0,5	60	1,7299	0,010		0,010	
<b>11 марта 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,2	20	0,3638	0,020	0,009	0,010	0,002
2			0,3	50	1,1907	0,009		0,009	
3			0,4	70	2,7422	0,005		0,005	
4			0,5	80	5,6479	0,003		0,003	
<b>20 марта 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,2	30	0,5770	0,012	0,010	0,003	0,002
2			0,3	50	1,1907	0,009		0,009	
3			0,4	60	1,7299	0,008		0,008	
4			0,5	65	2,1413	0,008		0,008	
<b>21 марта 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,2	40	0,8385	0,009	0,011	0,003	0,003
2			0,3	40	0,8385	0,013		0,013	
3			0,4	50	1,1907	0,012		0,012	
4			0,6	60	1,7299	0,012		0,012	
<b>25 марта 2024 года</b>									
1	0,105	6	0,1	10	0,1762	0,020	0,015	0,005	0,002
2			0,2	30	0,5770	0,012		0,012	
3			0,3	40	0,8385	0,013		0,013	
4			0,4	45	0,9992	0,014		0,014	
5			0,5	50	1,1907	0,015		0,015	



Фото 3 - 6



Фото 7 - 11

Анкета

№	Вопросы	Возраст		
		10-29	30-45	46-65
1	Наблюдаете ли вы изменение самочувствия:			
	А). до появления солнечной активности	1	2	5
	Б). во время солнечной активности	8	9	12
	В). после солнечной активности	1	1	2
	Г). не наблюдаю изменений.	7	6	3
2	Какие заболевания проявляются в период солнечной активности:			
	А). чаще болит голова	8	9	14
	Б)чаще болит сердце;	2	2	8
	В) чаще болят суставы	1	2	3
	Г). здоровье в целом не изменяется	7	6	1

Приложение 8

Диаграмма 1



Диаграмма 3



Диаграмма 2

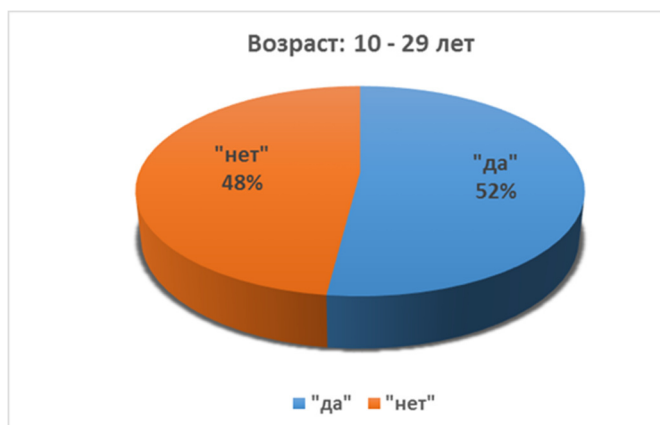
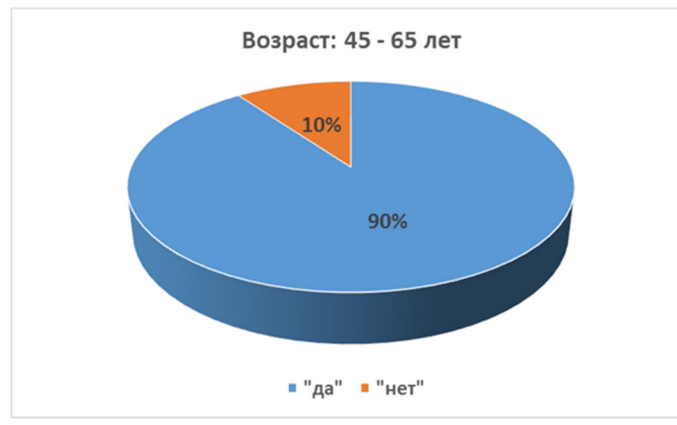


Диаграмма 4



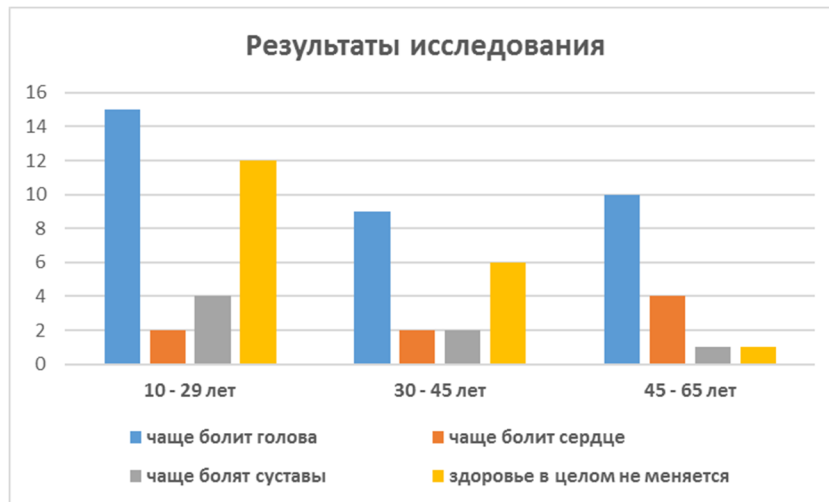


Диаграмма 5

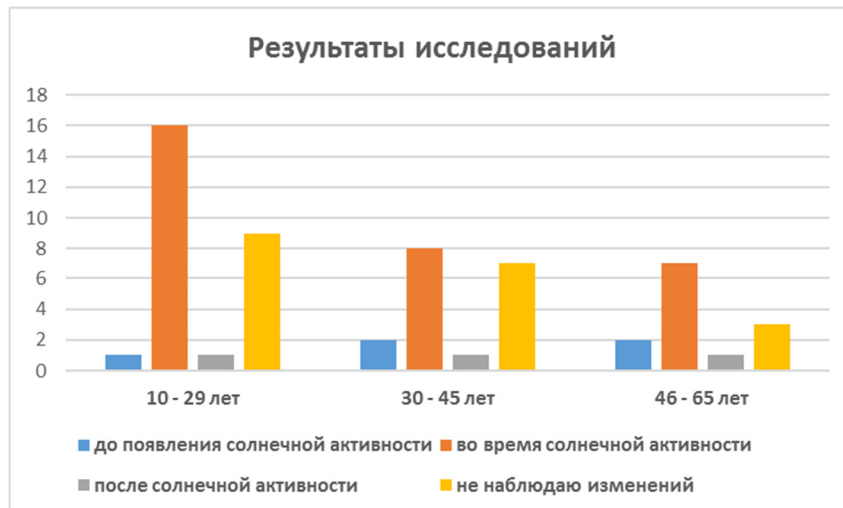


Диаграмма 6



Рис. 3

## РЕЦЕНЗИЯ

на исследовательскую работу ученицы 8 класса МБОУ ООШ с. Н. Шаткино Чуковой Надежды по теме: «Исследование магнитного поля Земли. Магнитные бури».

Работа посвящена исследованию магнитного поля Земли. Тема рецензируемой работы актуальна в настоящее время, поскольку мы приближаемся к пику 11-летнего цикла солнечной активности.

Во введении автор объяснила актуальность работы и выдвинула гипотезу, что магнитное поле влияет на самочувствие человека и рост растений. В работе представлены результаты, подтвердившие гипотезу.

Автор четко сформулировала цель, поставила перед собой конкретные задачи. В изложении исследовательской работы присутствует логичность, последовательность. Исследовательская работа имеет четкую структуру и состоит из введения, основной части, выводов, списка литературы и приложения.

Приложения, представленные автором, иллюстрируют материалы исследования, логично отражают практическую работу по изученной проблеме. Наличие ссылок показывает работу с научной литературой.

Содержание отвечает выбранной теме, которая раскрыта достаточно, учитывая возраст автора работы.

Автор проводит исследование магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра. Эта лабораторная работа выходит за рамки изучения базового курса физики основной школы.

Автор доказывает влияние магнитного поля на рост и развитие растений, самочувствие человека.

Работа написана грамотным научным языком. Оформление работы соответствует предъявленным требованиям. Для защиты была создана презентация.

Работа заслуживает высокой оценки.

Рекомендации: продолжить работу над проектом «Исследование магнитного поля Земли. Магнитные бури» с целью расширения доказательной базы для своих выводов.

Практическая значимость: данная работа может быть полезной при изучении магнитного поля на уроках физики и во внеклассной работе.

Вывод: исследовательская работа Чуковой Надежды по теме «Исследование магнитного поля Земли. Магнитные бури» отвечает требованиям, предъявляемым к исследовательской работе, и рекомендуется к защите.

Учитель физики

/Тарасова Л. В./

25.03.2024 г.